

1

# Energiequellen im 21. Jahrhundert



# Die Energieversorgung unserer Zukunft

Doris Hammermüller



## **AEE**-Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien

Unabhängiger, gemeinnütziger Verein mit ca. 900 Mitgliedern

**Ziele:** erneuerbare  
Energiequellen wie z. B.

- Sonnenenergie
- Biomasse
- Windenergie sowie
- Effizienztechnologien

Erforschen, erproben und  
verbreiten

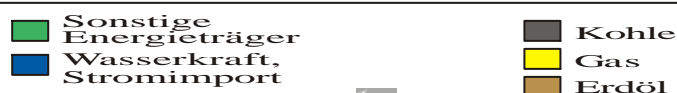
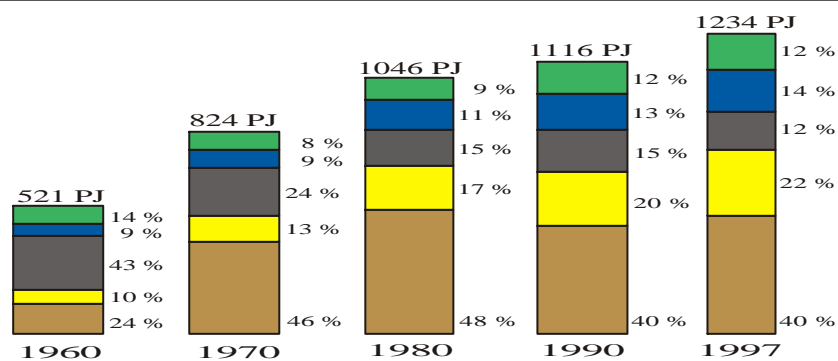
**Methoden:**

- Forschungs- und  
Demoprojekte
- Seminare, Workshops
- Vorträge und  
Beratungen
- Öffentlichkeitsarbeit

## Energiezukunft

- Endlichkeit von Ressourcen
  - Versorgungssicherheit
  - Soziale und wirtschaftliche Folgen
- Klimaschutz

## Gesamtenergieeinsatz nach Energieträgern Österreich, 1960 - 1997

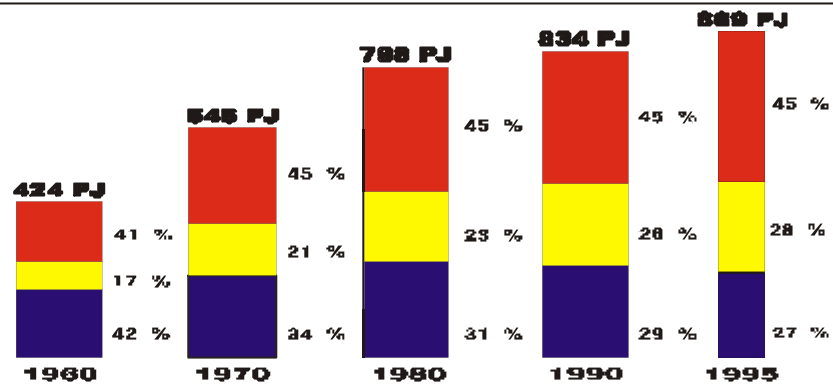


Quelle: WIFO 1998



02/99 A.1.2

## Endenergieeinsatz nach Verbrauchersektoren Österreich, 1960 - 1995



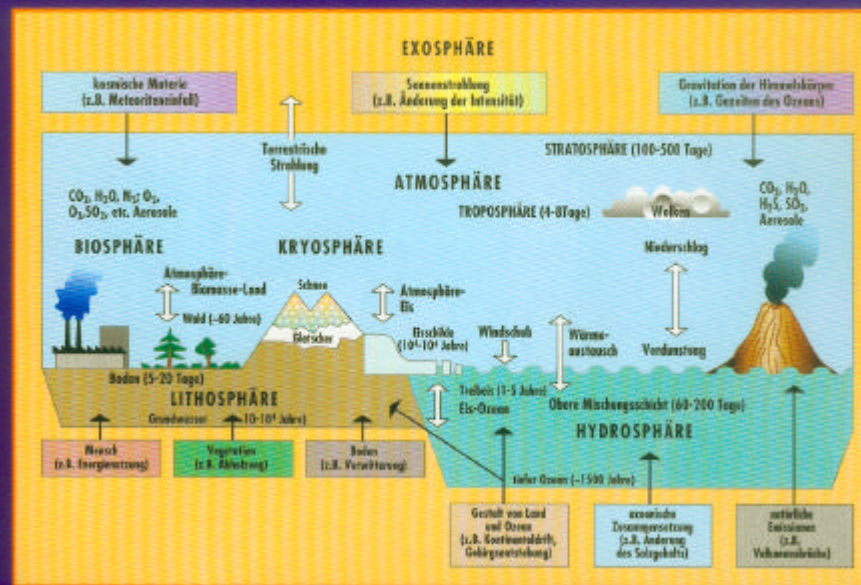
- Kleinverbraucher
- Verkehr
- Industrie

Quelle: WIFO 1998

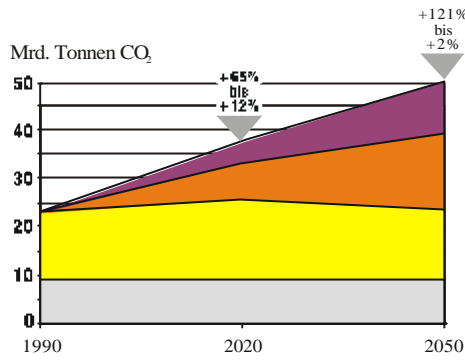
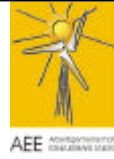


02/99 A.1.3

## Das Klimasystem



## Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit, 1990 - 2050



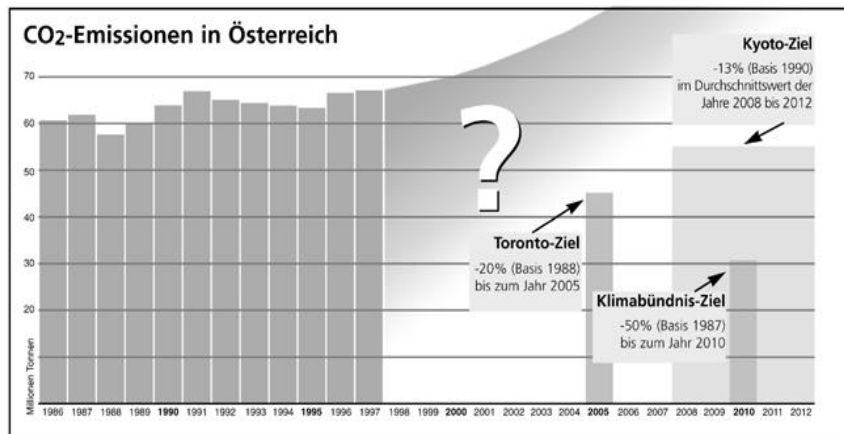
- Szenario A1 ("high growth")
- Szenario B ("middle course")
- Szenario C1 ("ecologically driven")
- maximal "zulässige" CO<sub>2</sub>-Emissionen laut IPCC

Quelle: WEC/BASA 1998

02/99 B.4.1

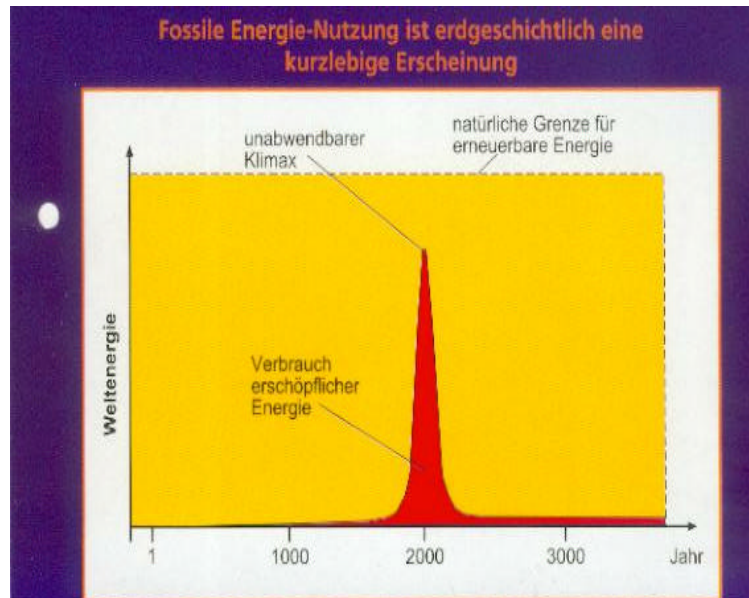
Folie: E.V.A

## CO<sub>2</sub>-Emissionsziele der nächsten 10 Jahre



Quelle: Klimabündnis Österreich

# Peak-Oil



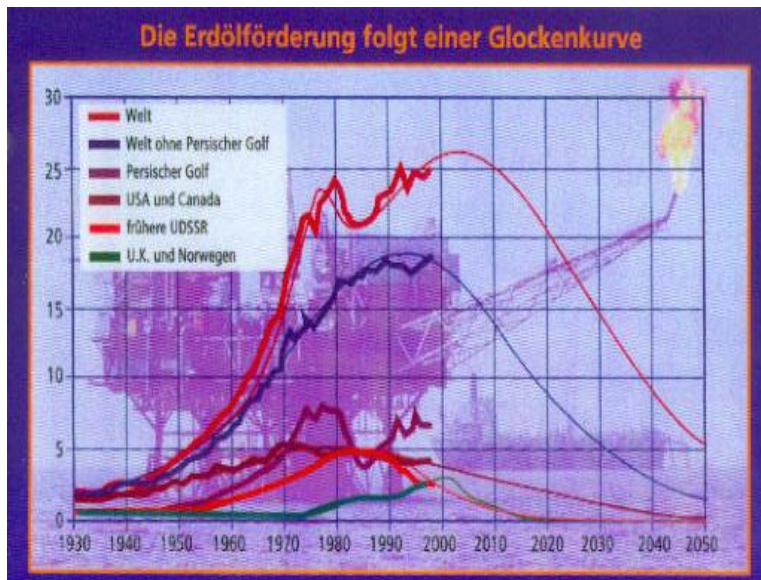
## So wird die Situation der Erdölreserven meist dargestellt



- Die Ölreserven reichen bei gleichbleibendem Verbrauch noch ca. 41 Jahre
- Daran hat sich seit vielen Jahren nichts geändert - also findet man offenbar noch immer mehr Öl als verbraucht wird

Quelle: E.V.A

### Die Erdölförderung folgt einer Glockenkurve

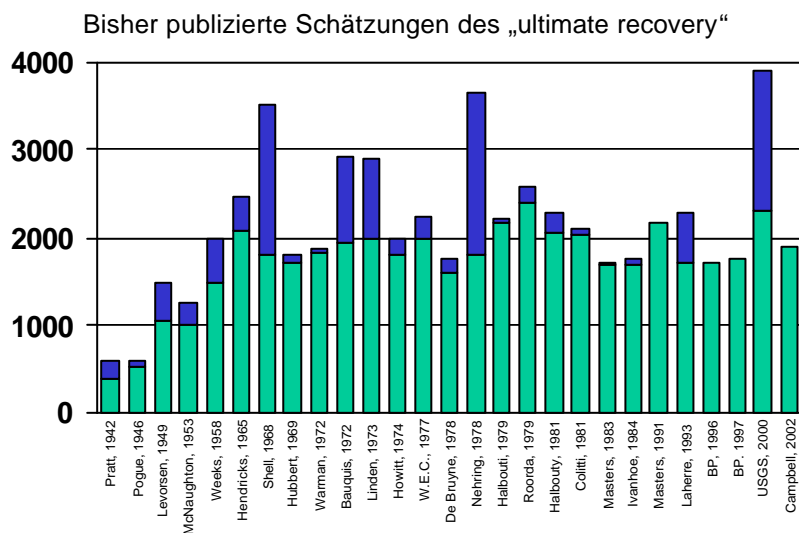




## Wo stehen wir heute ?

- Gesichert ist die bisher geförderte Ölmenge: 900 Gb (Gigabarrel)
- Nicht sicher ist, wieviel gewinnbares Öl es überhaupt gibt: „Estimated ultimate recovery“ (EUR)

Quelle: E.V.A

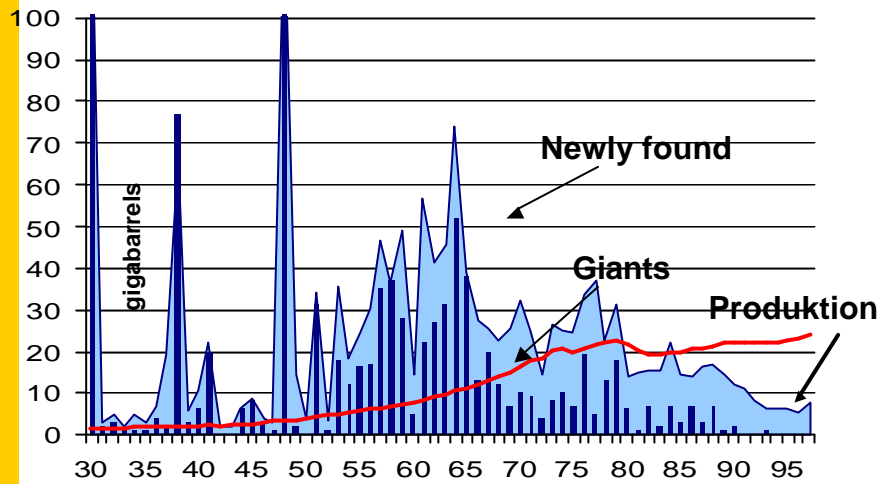


Der Durchschnitt der Schätzungen liegt bei 1930 Gb

Folie: E.V.A

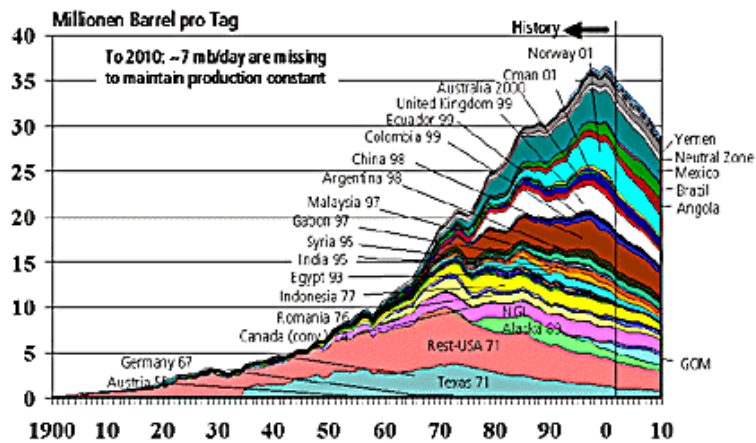


## Entwicklung der Neuentdeckung von Ölfeldern



Source: The world oil supply 1930-2050, Petroconsultants

## Die Ölförderung außer Russland und der OPEC



Datenquelle: Industriedatenbank, 2002 (IHS 2002); Analyse: LBST

## Fazit



- Wir haben fast die Hälfte aller Reserven verbraucht
- Für 4 Barrel, die wir heute konsumieren, finden wir nur noch 1 Barrel neu
- Das Maximum der Ölförderung könnte bald erreicht sein
- Nach einem Plateau beginnt ein unvermeidbarer Rückgang der Förderung um ca. 2 % pro Jahr
- Massive Verteuerung und Versorgungsengpässe zu erwarten

Quelle: E.V.A

## Wieso herrscht keine Alarmstimmung?



- Studie der US Geological Survey: 3000 Gb Reserven
- Strategisches Interesse der IEA Rolle der OPEC herunterzuspielen
- Verknappung steigert Gewinne der Ölindustrie!
- Fehlgeschlagene Prognosen d. Club of Rome
- „das kann man sich nicht vorstellen“
- Intransparente Datenlage

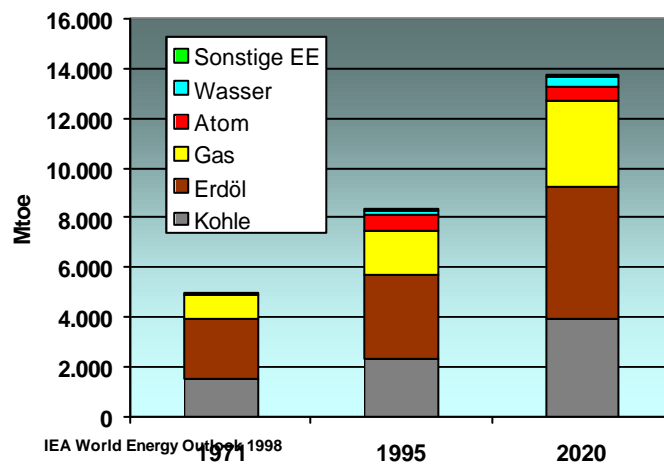
Quelle: E.V.A



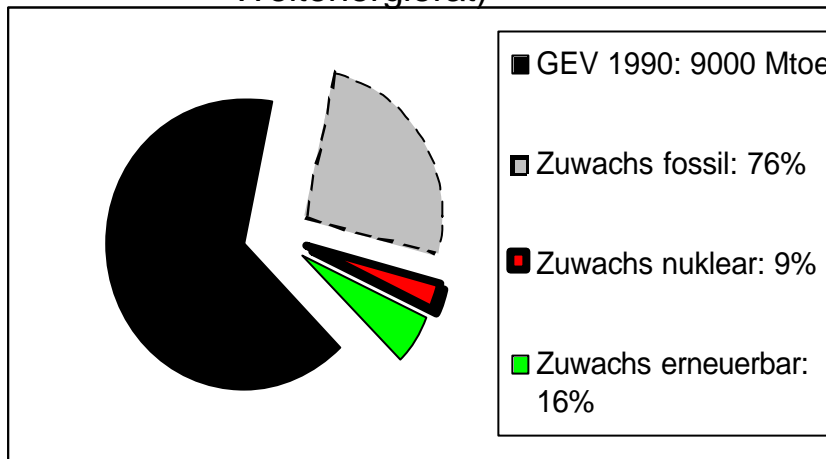
## Kurze Zusammenfassung

(wenn der baldige Peak-Oil ein Spleen bleibt)

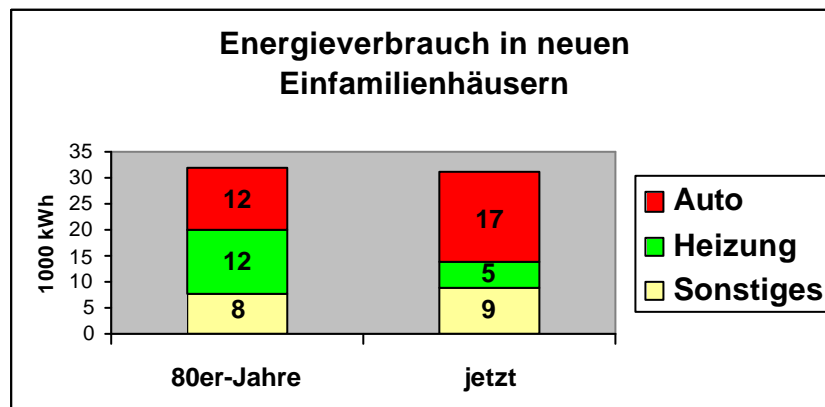
## Entwicklung des Weltenergieverbrauches bis 2020



## Gesamtenergieverbrauch 1990 und Deckung des Verbrauchszuwachses bis 2020 im Szenario B (lt. Weltenergieat)



## Verschiebung bei der Energieverwendung

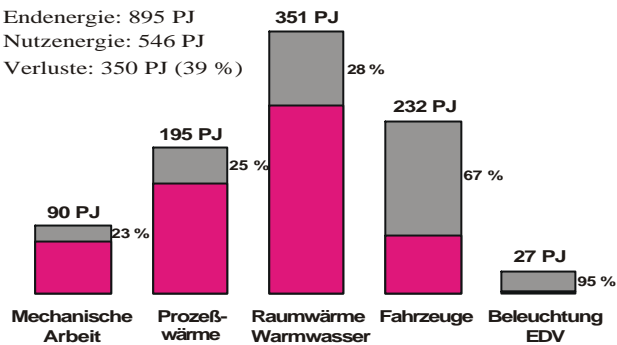


Quelle: E.V.A

# Endenergieeinsatz nach Verwendungszweck Österreich, 1995



Endenergie: 895 PJ  
 Nutzenergie: 546 PJ  
 Verluste: 350 PJ (39 %)

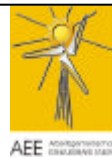
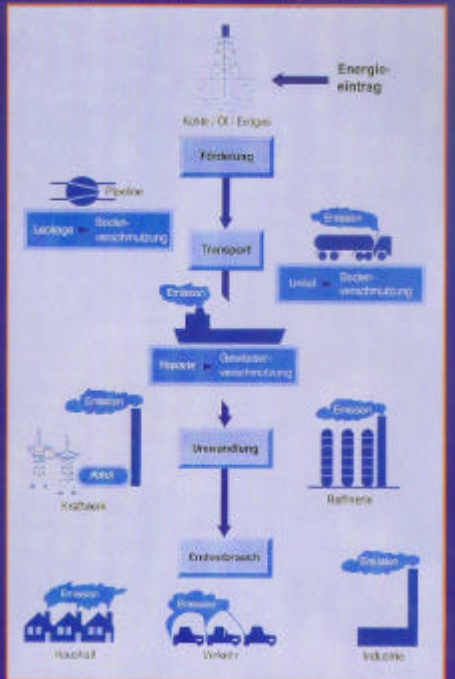


Verluste beim Endverbraucher (in % der Endenergie)  
 Nutzenergie

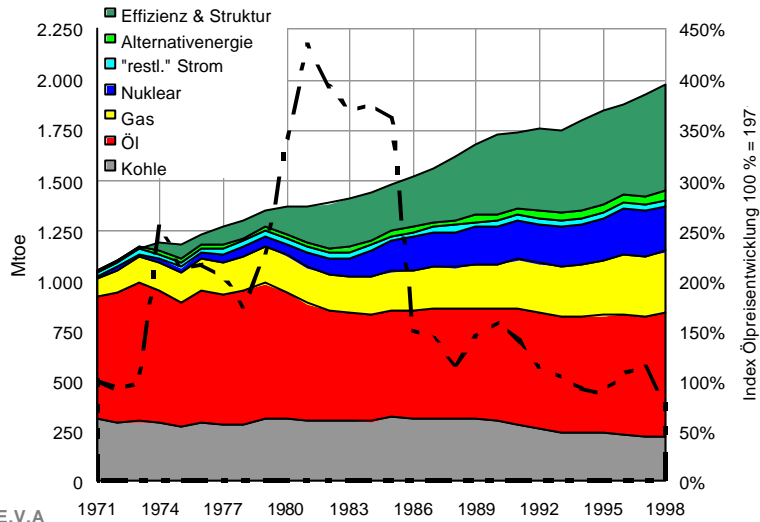
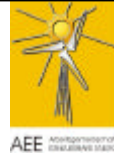
Quelle: ÖSTAT, E.V.A. 1996

04/97 A.1.5

## Umwelteinwirkungen durch Energieverbrauch



## EU-15: Deckung der Energienachfrage durch Energieträger und „Entkopplung“ (Ölpreisindex: strichliert)



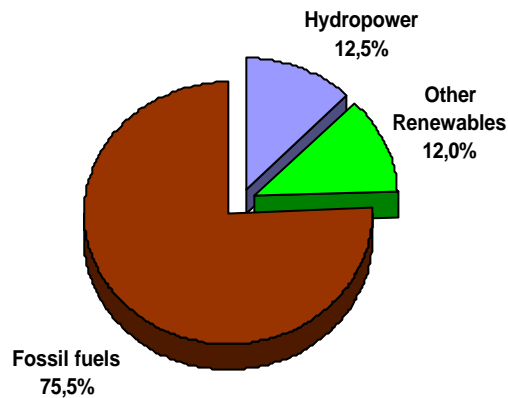
Folie: E.V.A

## Zukunft: Erneuerbare Energie?

Wohin geht die Reise?



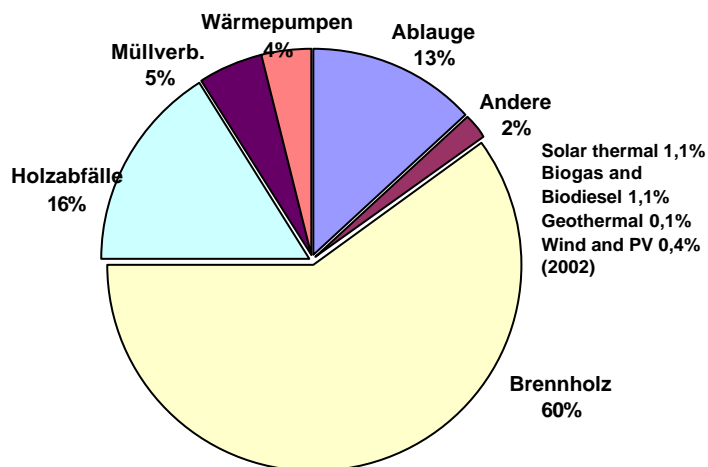
## Anteile der Erneuerbaren Energie in Österreich, 1999



Folie: E.V.A

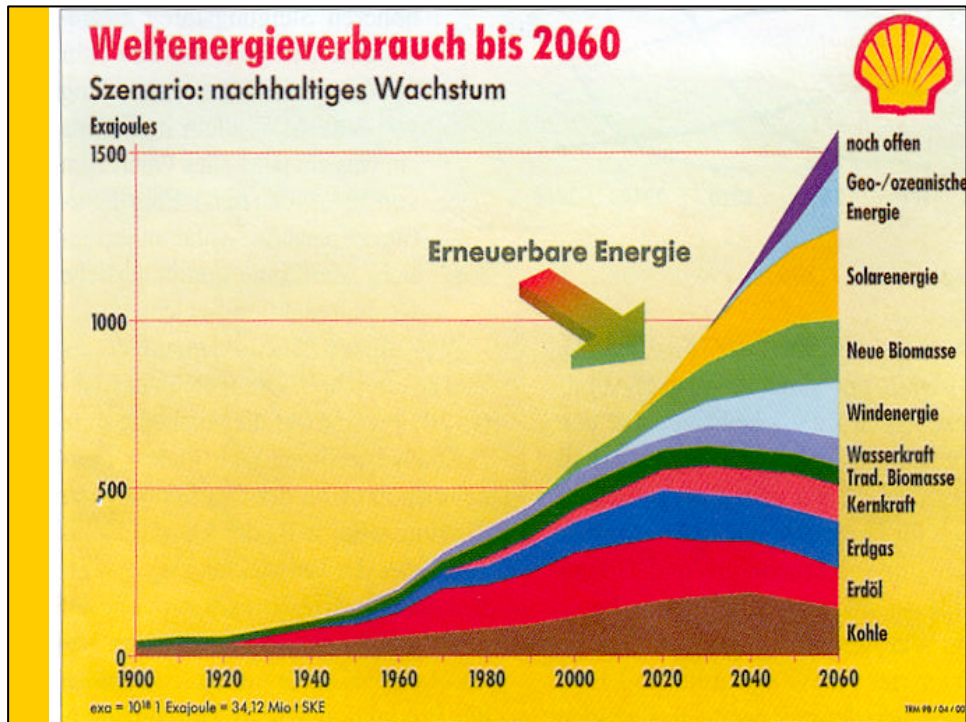
Source: Energy Statistic Austria 1999

## Anteil der einzelnen "Erneuerbaren" am gesamten Aufkommen "sonstiger Energieträger", Österreich 1997



Folie: E.V.A

Source: ÖSTAT 1997



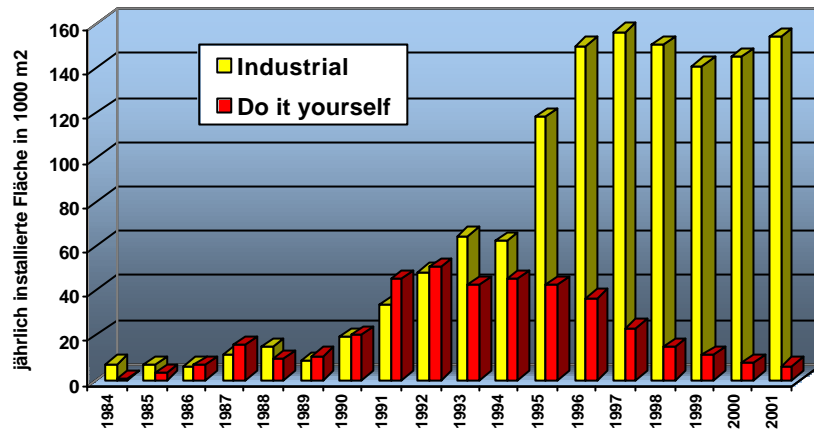
## „Erfolgsgeschichte“ der Nutzung neuer erneuerbarer Energie in Österreich



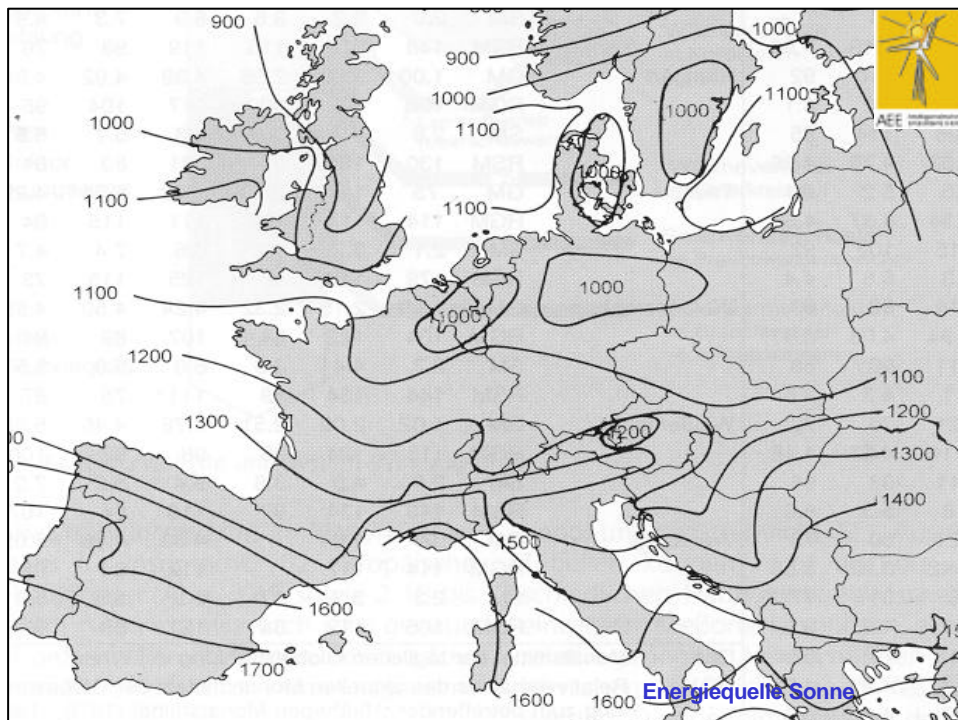
- Wasserkraft
- Solarthermie
- Fernwärme aus Biomasse
- Pelletheizungen
- Wind
- in den Startlöchern: Biogas aus Energiepflanzen



## Solarthermie in Österreich: Selbstbau und kommerzielle Kollektoren



Quelle: Faninger and Bundesverband Solar, 2002



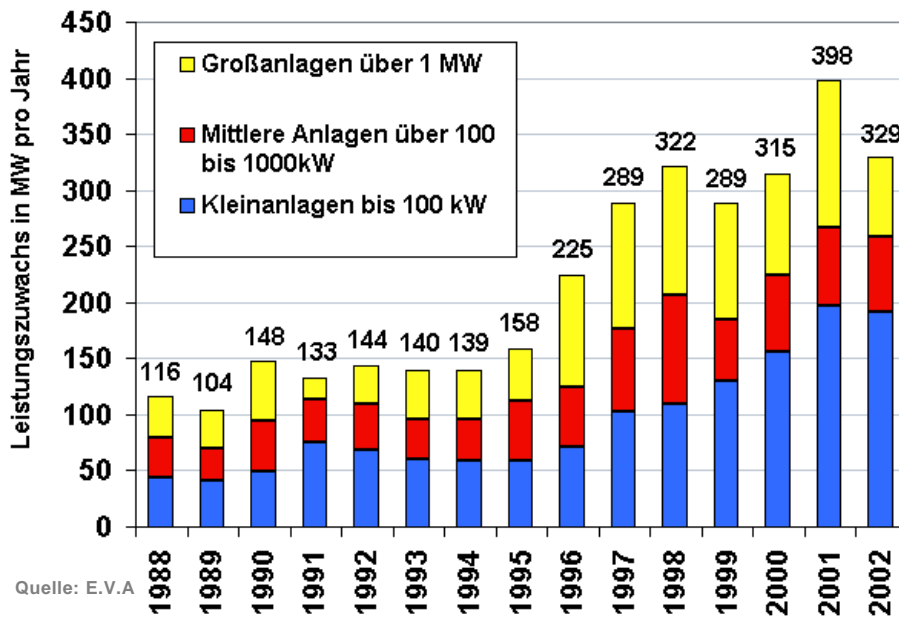
Biomasse

Energetische Nutzung von Holz



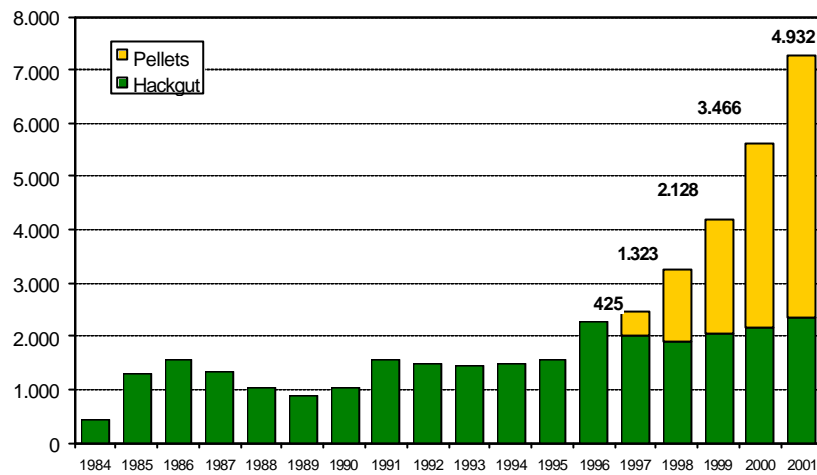
Quelle: eigene Darstellung

Jährlicher Leistungszuwachs bei Hackschnitzelanlagen (1998 - 2002)



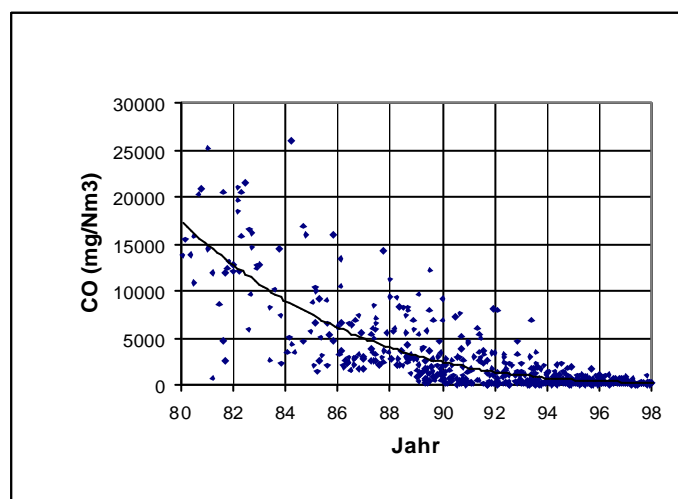
Quelle: E.V.A

## Zahl jährlich neu installierter Kleinfeuerungen mit Biomasse < 100 kW



Quelle: E.V.A

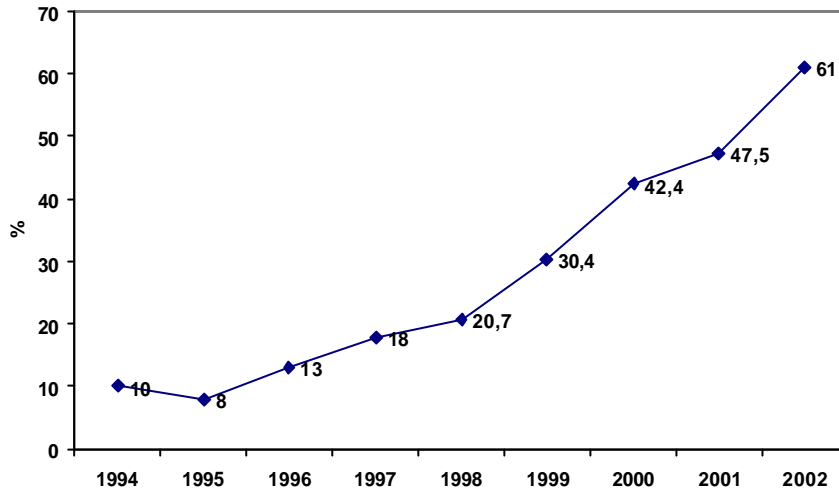
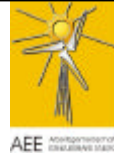
## Entwicklung der Emissionen von Holzfeuerungen in Österreich



Quelle: Emissionsmessungen an der BLT

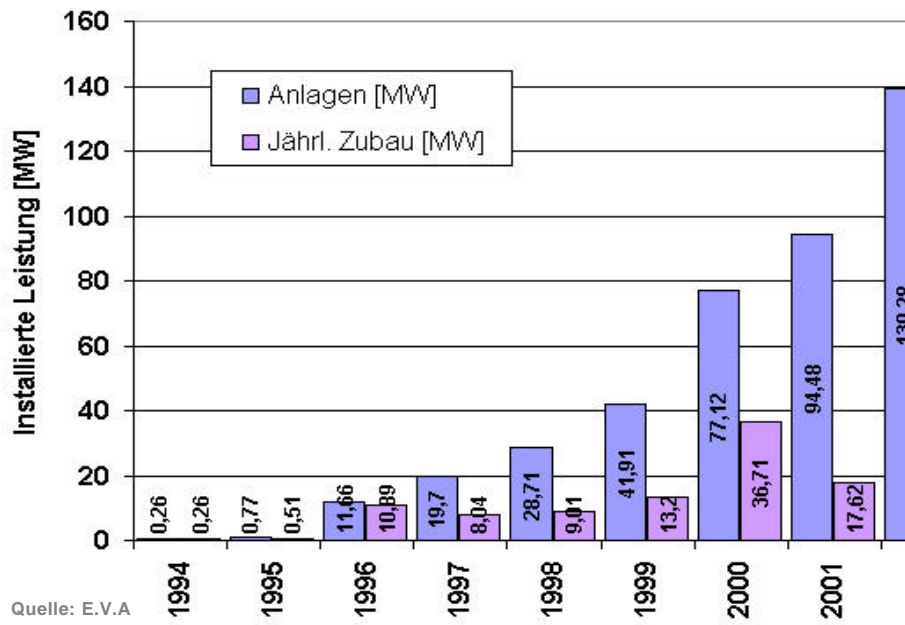
Quelle: E.V.A

### Marktanteil von Holzheizungen im geförderten Wohnungsneubau im Land Salzburg



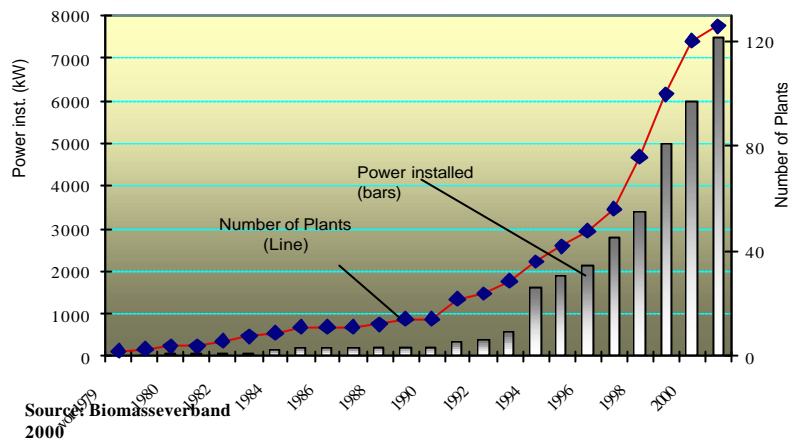
Quelle: E.V.A

### Windkraft in Österreich



Quelle: E.V.A

## Gesamtzahl der Biogasanlagen in Österreich



## Also alles bestens ??



- Prognostizierter Stromverbrauchszuwachs mehr als doppelt so hoch wie Ökostromzuwachs
- Pelletheizungen haben Rückgang der Stückholzheizungen gerade erst ausgeglichen
- ca. 2 % der Bundes- und Landesgebäude nutzen erneuerbare Energie
- Solarthermie stagniert in Österreich
- Qualitätsprobleme !



## Schlussfolgerungen

- **Technische Verbesserungen** führen oft nur scheinbar zu Einsparungen
- **Ersetzen:** Fossile durch Erneuerbare
  - Biomasse könnte den Wärmebedarf Österreichs decken
  - Für Verkehr und Industrie müssen anderer Energieträger gefunden werden
  - Solarthermienutzung ist nur durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen begrenzt
  - Stromproduktion in großem Stil stößt derzeit auf soziokulturelle und marktwirtschaftliche Hindernisse



## Zusammenfassung

- Einschneidende Veränderungen ab ca. 2020
- Die Maßnahmen zur breiten Einführung von Erneuerbaren greifen
- Gleichzeitig ist „peak oil“ wohl überschritten
- Gasmarkt wird vom Öl teilweise „mitgezogen“
- Energieverknappung ist sehr wahrscheinlich
- Ausbau der Atomkraft sehr wahrscheinlich

## 4 Säulen erfolgreicher Marktentwicklung für Erneuerbare



- Öffentlichkeitsarbeit !!
- Qualitätssicherung !!
- Rahmenbedingungen !!
- Organisatorische Strukturen !!

## Zielkonflikte I



- Erneuerbare Energieträger vs. andere Umweltschutz-Ziele
  - Biomasse-Förderung: Klimaschutz (Kyoto) vs. Luftreinhaltung (NEC-Richtlinie)?
  - (Klein-)Wasserkraftausbau (9 % lt. Ökostrom-G.) vs. Gewässer- und Artenschutz (EU-Wasserrahmen-RL)
  - Energiepflanzen (z. B. für Biogas, Biotreibstoffe) auf Agrar(überschuss)flächen vs. Natur-/Wasserschutz
  - „Skandinavisierung“ der Forstwirtschaft vs. „schöner Wald“ etc.
  - Windkraftausbau vs. Natur-/Landschaftsschutz



## Zielkonflikte II

- klein/dezentral vs. größere Einheiten
  - PV, Autarkie, genossenschaftlich/basisdemokratisch
  - moderne ökologische Industriegesellschaft
    - kleckern und/oder klotzen?
- Kurzfristige vs. langfristige Betrachtung
  - Kurzfristig: Negative soziale Verteilungswirkung (national, global) vieler Klimaschutzmaßnahmen und negative Folgen für „Wirtschaftsstandort Ö.“
  - Langfristig: Klimaschutz notwendig, ökonomisch u. sozial sinnvoll



## Zielkonflikte III

- Sicherung der Energieversorgung
  - Neue Kraftwerke/Leitungen in Ö vs. NIMBY
    - Stromsparen und Ökostromanlagen
    - aber: neue Kapazitäten auch im Bereich fossiler Kraftwerke (moderne Erdgas-KWK-Anlagen statt alte Kohlekraftwerke ohne Wärmeauskopplung)
  - clean coal & nuclear vs. Effizienz & Erneuerbare



## Energie- (und Klimaschutz)politik...



- ... aus öff. Debatte verschwunden, außer ...
  - Black-outs
  - Krieg ums Öl
  - Preis-/Kostenschub
  - Zugriff auf EVU
- ... währenddessen ...
  - nähert sich die Realität tw. früheren Prognosen
  - haben sich die Trends tw. massiv verschoben
  - stellen sich daher alte und neue Herausforderungen

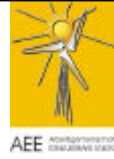
## Visionen fürs 21. Jahrhundert



*„Innerhalb von 50 Jahren könnte sich der Lebensstandard weltweit verdoppeln, der Ressourcenverbrauch um 80 Prozent zurückgehen, der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre sinken und Arbeit für alle geschaffen werden.“*

*Amory Lovins, 5.10.2000*





Was schließen Sie persönlich  
daraus?

Herzlichen Dank

Viel Erfolg!

2

## Angepasste energieeffiziente Wärmeversorgung

## INHALTSVERZEICHNIS

<u>1</u>	<u>Einleitung</u>	<u>2</u>
1.1	Von der Zwangslüftung zur Wohnraumkomfortlüftung	2
1.2	Luftheizung oder Strahlungswärme	2
1.3	Nicht so sehr die Luft, sondern manche Argumentation ist zu trocken!	3
<u>2</u>	<u>Grundelemente von Niedrigenergiehäusern</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>Anforderungen an das Heizungssystem</u>	<u>6</u>
<u>4</u>	<u>Vom Einzelofen zur Zentralheizung und wieder zurück?</u>	<u>10</u>
4.1	Heizkessel	10
4.2	Hydraulische Einbindungen von Zentralheizungssystemen	11
4.2.1	Leistungsgeregelte Wärmeerzeuger	11
4.2.2	Nicht leistungsgeregelte Wärmeerzeuger	12
4.3	Solarunterstützte Anlagen	13
<u>5</u>	<u>Wärmeabgabesysteme für Wasserheizungssysteme</u>	<u>14</u>
5.1	Wärmeabgabesysteme im Überblick	16
5.1.1	Fußbodenheizung	16
5.1.2	Radiatoren	16
5.1.3	Wandheizung	16
5.1.4	Bauteilheizung	16
5.1.5	Sockelheizung	17
5.1.6	Luftheizung (Hypokaustenheizung)	17
5.1.7	Zuluftvorwärmung	17
<u>6</u>	<u>Grundsätzliches zur Heizungsregelung</u>	<u>18</u>
<u>7</u>	<u>Lüftung und Abluftwärmerückgewinnung</u>	<u>20</u>
<u>8</u>	<u>Verfahren und Einsatzgebiete der thermischen Gebäudesimulation</u>	<u>21</u>
<u>9</u>	<u>Haushaltsgeräte, Beleuchtung</u>	<u>22</u>
<u>10</u>	<u>Hilfsenergie</u>	<u>23</u>
<u>11</u>	<u>Kleinstheizsystem im Niedrigenergiehaus</u>	<u>24</u>
11.1	Betonstiege mit Mehrfachfunktion	25
<u>12</u>	<u>Schlussfolgerungen</u>	<u>26</u>

## 1 Einleitung

Der Energieverbrauch neuer Gebäude hat sich in den letzten 25 Jahren drastisch reduziert. Dies ist auf eine rasante Entwicklung bei Baustoffen und Komponenten zurückzuführen. Waren z.B. vor 10 Jahren Fenster mit einem U-Wert von 3 W/(m<sup>2</sup>K) Standard so sind es heute zum gleichen Preis Fenster mit nur dem halben U-Wert. Die Entwicklung der Passivhausbauweise hat beispielsweise im Fensterbereich nochmals zur Halbierung des Energieverbrauches von Fenstern und Verglasungen geführt. Passivhausfenster erreichen in der Praxis U werte von 0,8 W (m<sup>2</sup>K) und darunter. Durch diese Entwicklung müssen auch das Heizungs- und Klimatisierungssystem angepasst werden. Oftmals stehen Geräte mit einer ausreichend kleinen Leistung nicht zur Verfügung.

### 1.1 Von der Zwangslüftung zur Wohnraumkomfortlüftung

Ein zweites Beispiel für einen Entwicklungsschub, ausgelöst durch die anspruchsvollen Passivhauskriterien sind die Wohnraumlüftungsgeräte. Vor rund fünf Jahren hat eine kleine Vorarlberger Lüftungsfirma im Zuge eines Forschungsprojektes ein neues Kompaktgerät (AEREX) entwickelt und damit die gesamte Lüftungsbranche weltweit überholt. Die Folge war auch hier ein Effizienz-Wettbewerb, der nicht nur neue Spitzengeräte auf den Markt gebracht hat, sondern auch einen Entwicklungsdruck auf die Anbieter von „Standardgeräten“ erzeugt. Hinter der begrifflichen Entwicklung von der „Zwangslüftung“ über die „Kontrollierte Be- und Entlüftung“ bis zur „Wohnraum-Komfortlüftung“ steht nicht nur Marketing sondern Programm: Wohnen soll mehr Komfort bei geringstem Energieverbrauch bieten und die neue Gerätegeneration und Haustechniksysteme sind ein entscheidender Baustein auf diesem Weg.

### 1.2 Luftheizung oder Strahlungswärme

Die fachgerechte Planung und Installation der Lüftungsanlage sowie die Auswahl geräuscharmer Geräte sind das Um und Auf für Zufriedenheit im Passivhaus. Wo immer Probleme in der Anfangsphase aufgetreten sind, wurden die Empfehlungen hinsichtlich zulässiger Luftmenge, maximaler Zulufterwärmung, Strömungsgeschwindigkeit oder Schalldämpfung nicht eingehalten. Wohnraumlüftungsanlagen sind wie die Würze in einer Speise: Sie können den

Genuss verstärken, falsch ausgewählt oder dosiert machen sie jedoch ein noch so gut gemeintes Gesamtrezept zu Nichte. Das Faszinierende am Konzept mit einem System zu Lüften und zu Heizen ist die Klarheit und Kosteneffizienz des Konzeptes. Trotzdem sollten die gefundenen Lösungen hinterfragt und weiterentwickelt werden. Im Mehrfamilienhaus ist durch das bessere Oberflächen-Volumsverhältnis die Beheizbarkeit von Passivhäusern rein über die Lüftungsanlage leichter gegeben als im Einfamilienhaus. Im Einfamilienhaus ist bei einer Wohnfläche von über 140-150 m<sup>2</sup> die Beheizbarkeit mit Luft an ihren Grenzen. Um größere Häuser beispielsweise bei einer 4 Personenbelegung mit Luft zu heizen müsste die Luftmenge über das erforderliche Maß des hygienischen Luftwechsels gehoben werden, was weder energetisch noch hinsichtlich des Komforts günstig wäre.

### **1.3 Nicht so sehr die Luft, sondern manche Argumentation ist zu trocken!**

Bezüglich geringer Raumluftheuchtigkeit in der sehr kalten Jahreszeit verhält sich das Passivhaus nicht anders als ein Niedrigenergie- oder Standardhaus. Bei bislang empfohlener Luftwechselrate von 0,4, (über manuelle Stoßlüftung oder „kontrolliert“) sinkt aufgrund der trockenen Außenluft auch die Luftfeuchtigkeit in den Räumen.

BewohnerInnen-Erfahrungen haben gezeigt, dass bis zu einer unteren Spitze von 30 % die relativ staubfreie Luft im Passivhaus in der Regel als nicht zu trocken empfunden wird. Trotzdem ist es angebracht, auch für diese drei bis vier sehr kalten Wochen nachzudenken, wie Gegenmaßnahmen ausschauen können. Alleine die zahlreich geäußerten Vorbehalte und subjektiven Wünsche zukünftiger Passivhausbewohnerinnen sollten Grund genug dafür sein, hier weitere Entwicklungen und neue Standards zu setzen. Diese können von der einfachen Maßnahme, die Luftwechselrate auf 0,3 zu senken, über die Installation von wahlweise umschaltbaren Zu- und Abluftventilen in Feuchträumen und Wäschetrocknungsboxen bis zu technischen oder natürlichen Befeuchtungsmaßnahmen reichen (Pflanzen). Ansätze in diese Richtung gibt es bereits, diese gilt es weiter zu entwickeln.

Noch stärker ausgeprägt sind die Fragen vieler Passivhausinteressenten nach der „angenehmen Strahlungswärme. Das Argument, dass sich im Passivhaus durch die meist oben einströmende Warmluft die Decke erwärmt und damit „strahlt“ ist gut, reicht aber jenen, die sich an eine warme Wand anlehnen wollen nicht aus. Gegen

einen „Warmplatz“, der bei Bedarf zu- oder weggeschaltet werden kann spricht eigentlich nur eines: Die Kosten.

Daher geht es darum, extrem billige Warmplätze zu entwickeln. Der geringe Energieverbrauch dafür kann beispielsweise aus dem Warmwasserspeicher gezogen werden. Dort wo ohnehin ein wassergeführtes System vorhanden ist (Fernwärme oder Warmwasserleitungen) können Badezimmerfußboden und eine Stück Wohnzimmerwand mit vertretbaren Kosten diesen „Zusatzkomfort“ bieten.

Die Planung des Heizsystems, der Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe, vor allem die Planung der Rohrführung von Lüftungsanlagen ist ein wesentlicher Gesichtspunkt der letztendlich erreichbaren Kosten- und Energieeffizienz der Haustechnik.

Trotz Verbesserung des Wirkungsgrades von Heizkesseln, vor allem mit der Brennwerttechnik, bleibt ein nicht unerheblicher Teil der Energie dort, wo meist die Heizung steht, im Keller. Bereitschaftsverluste, Speicherverluste, Wärmeverluste über Pumpen und Rohrleitungen bedeuten auch bei modernen Heizsystemen, dass nur 70%, oft auch nur deutlich weniger dort ankommen, wo sie gebraucht werden.

Es gilt daher folgendes Effizienzprinzip anzustreben:

**Energie dort zu erzeugen, wo sie gebraucht wird, und dann zu erzeugen, wann sie gebraucht wird.**

## 2 Grundelemente von Niedrigenergiehäusern

Um ein Gebäude möglichst energiesparend zu bauen, müssen die folgenden Kriterien eingehalten werden:

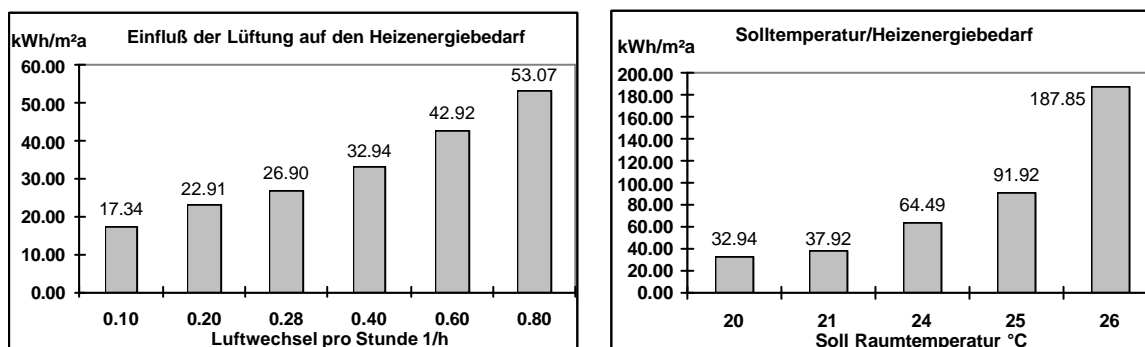
- Ein Standort möglichst sonnig, windgeschützt senkt den Energieverbrauch. Ist das nicht realisierbar, beispielsweise in Städten, spricht um so mehr für die Einhaltung aller anderer Kriterien des energetisch optimierten Bauens.
- Bauhülle kompakt (kleine Oberfläche bezogen auf das Volumen) und gut gedämmt (Wände, Decken, Fußböden und Fenster), um die Wärmeverluste des Gebäudes gering zu halten.
- Hohe solare passive Gewinne im Winter ohne sommerliche Überwärmung.
- Effiziente und an die Erfordernisse angepasste Heizanlage und, falls erforderlich, Kühlanlage (Büros..)
- Reduktion der Lüftungsverluste durch eine kontrollierte Lüftung mit Abluftwärmerückgewinnung, eventuell in Verbindung mit einem Erdreichwärmetauscher zur Vorkonditionierung der Luft.
- In unseren Breiten kann bei richtiger Architektur bei kleinen und mittleren Gebäuden zumeist ohne eine aktive Kühlung im Sommer ausgekommen werden.
- Ein österreichisches Spezifikum ist der relativ hohe Einsatz von aktiver thermischer Sonnenenergienutzung für Brauchwasserbereitung und zunehmend auch der Heizung.



### 3 Anforderungen an das Heizungssystem

Gebäude gleicher Bauart haben durch unterschiedliches Benutzerverhalten stark abweichenden Energieverbrauch. Das ist keine Besonderheit von Niedrigenergiehäusern sondern unterstreicht nur die Notwendigkeit, den Ausgangswert, bzw. durchschnittlichen Energieverbrauch möglichst gering zu halten. (vgl. Abb. 1). Wird z.B. bei einem Gebäude mit Abluftwärmerückgewinnung im Winter händisch gelüftet, so kann die Lüftungswärme nicht zurückgewonnen werden und die Heizung muss den zusätzlichen Wärmebedarf aufbringen. Wird eine Raumtemperatur über der in den einschlägigen Normen vorgeschlagenen Temperatur von 20°C gewählt, so erhöht sich ebenfalls der Energiebedarf für die Heizung. Bei Niedrigenergiehäusern sind zudem die sogenannten inneren Wärmequellen, das sind Wärmen die durch die Personen (ca. 100 W pro Person) und Haushaltsgeräte abgegeben werden, für die benötigte Heizleistung und den Jahresenergiebedarf von großem Einfluss. Je größer diese inneren Wärmen sind, desto geringer wird der zusätzliche Jahresenergieverbrauch. Der Einfluss des Benutzerverhaltens kann den jährlichen Energiebedarf vervielfachen oder auch halbieren.

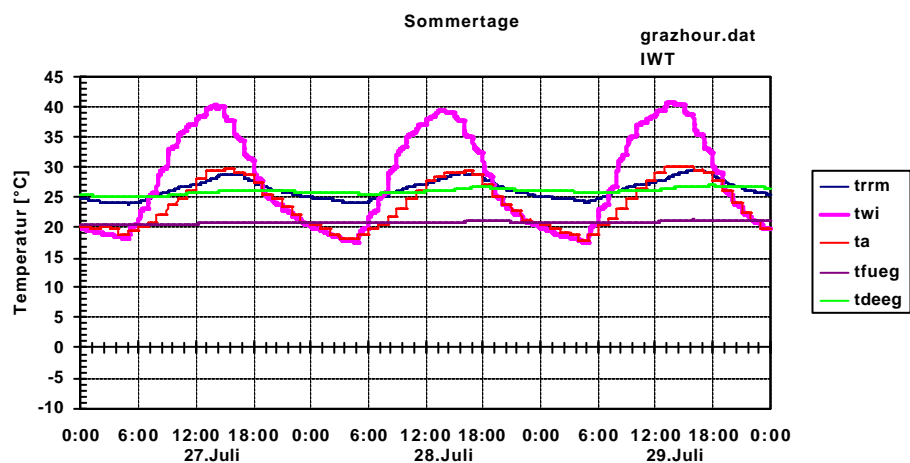
Mit thermischen Gebäudesimulationen lassen sich solche Variationsrechnungen und Sensitivitätsanalysen sehr gut durchführen.



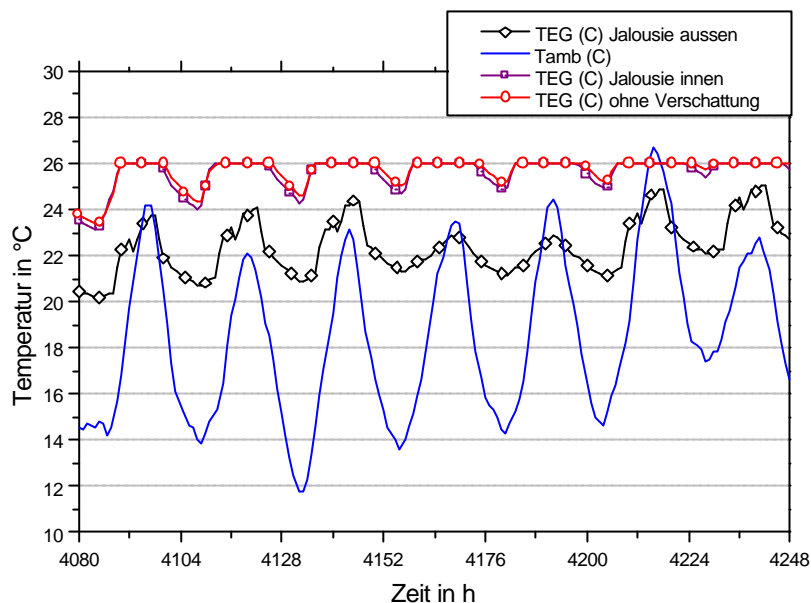
**Abb. 1 Einfluss von Lüftung und Soll-Raumtemperatur auf den Energiebedarf eines Mehrfamilien-Niedrigenergiehauses (A. Lari, 1999, Dissertation am Institut für Städtebau und Umweltgestaltung und dem Institut für Wärmetechnik, TU Graz)**

Ebenfalls von großer Bedeutung ist die Einstrahlung der Sonne durch die Fenster. Bei gut gedämmten Gebäuden reicht diese Einstrahlung oft aus, um den gesamten Heizenergiebedarf an sonnigen Tagen zu decken. Diese klassische Form der passiven Sonnenenergienutzung senkt den Energieverbrauch zum Heizen weiter. Allerdings ist die Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe ungeregelt. Die durch die Sonne aufgewärmten Speichermassen des Hauses geben die Wärme zeitlich versetzt und in der Temperaturamplitude abgeschwächt, aber ohne Einflussnahme des Benutzers an den Innenraum ab. Bei passiver Sonnenenergienutzung muss darauf geachtet werden, dass keine Übertemperaturen in den zu beheizenden Räumen auftreten. Daher ist es wichtig, die zeitliche Verzögerung und die Dämpfung des Wärmeflusses durch den passiven Speicher zu kennen. Zur Verminderung des Energieeintrages müssen im Sommer zumeist Abschattungseinrichtungen vorgesehen werden.

Abb. 2 zeigt beispielhaft den Temperaturverlauf eines Wintergartens (twi), der Wohnraumtemperatur (trrm), der Außentemperatur (ta) und die Fußboden- (tfueg) und Deckentemperaturen (tdeeg) in einem Haus mit Fußbodenheizung an drei schönen Sommertagen. Trotz einer zugrundegelegten hohen Luftwechselrate nach außen steigt die Temperatur im Wintergarten in diesem Fall auf über 40 °C an. Die Raumtemperatur liegt maximal bei 30°C. In Abb. 3 ist die Wirkung von Jalousien gezeigt. Deutlich wird, dass innenliegende Jalousien die Raumtemperaturen nur geringfügig senken können. Mit außenliegenden Jalousien kann die Raumtemperatur doch um einige Grad Celsius gesenkt werden.



**Abb. 2 Sommerliche Überwärmung eines Wintergartens (Heimrath, 1998)**



**Abb. 3 Wirkung von Verschattungseinrichtungen in einem Bürogebäude (Heimrath, 2000)**

Ein ökonomisches Problem bei der Beheizung von Niedrigenergiehäusern ist die geringe Laufzeit der Heizung. Abb. 4 zeigt den Wärmebedarf für ein Niedrigenergiegebäude mit 30 kWh/m<sup>2</sup>a Heizenergiebedarf (Standort Zürich). Man erkennt, dass sich die Heizperiode praktisch auf 6 Monate reduziert und selbst in Winter Perioden mit sehr geringen Heizenergiebedarf gegeben sind. Im Passivhaus ist die Heizperiode nochmals um einige Wochen kürzer. Hier stellt sich die Frage, ob sich für eine geringe Wärmemenge hohe Investitionskosten für die Heizung rechtfertigen oder ob nicht sehr einfache Systeme der Wärmeerzeugung, Wärmeabgabe und Regelung zielführender sind. Beispielsweise kann ein Pellets-Wohnzimmerofen mit einem feuerungstechnischen Wirkungsgrad von 80 % und einer einfachen ein-aus Regelung durch seine verlustarme Platzierung im warmen Bereich eine solche Lösung sein. Bei einigen Niedrigenergie- und Passivhäusern wird der Restenergiebedarf oder die Spitzenlast für die Heizung einfach über Elektroheizungen gedeckt. Diese sind sehr gut regelbar und billig einzusetzen. Vom ökologischen Standpunkt her ist die Strom-Direktheizung sehr umstritten und sollte nur bei sehr niedrigem Verbrauch angedacht werden.

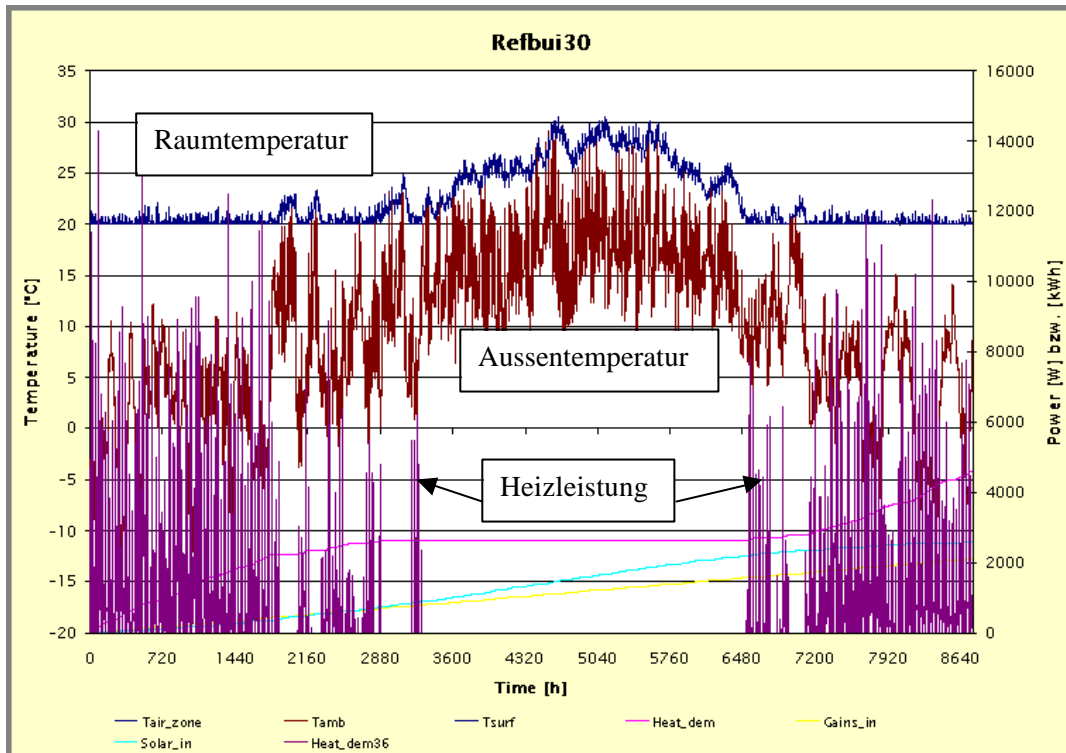


Abb. 4 Außen- und Innentemperaturen sowie Heizleistung eines Niedrigenergiehauses (30 kWh/m<sup>2</sup>a) Heizenergiebedarf für das Klima Zürich (Heimrath 1999)

## 4 Vom Einzelofen zur Zentralheizung und wieder zurück?

Durch den geringen Energieverbrauch ergeben sich andere Anforderungen an das Heizungs- und Lüftungssystem als bei konventionellen Gebäuden: Benötigt werden kleine Leistungen für konventionelle zentrale Heizsysteme (1-6 kW), neue Wärmebereitstellungs- und -verteilungssysteme bzw. sogar der Verzicht auf ein zentrales Heizsystem. Zudem sollten die Wärmeversorgungssysteme möglichst mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Gasthermen, Ölkessel und Pelletsöfen werden erst ab einer Leistung regelbar von 3-10 kW angeboten. Hier besteht ein Nachholbedarf für die Hersteller von Heizungssystemen. Heizgeräte mit größerer Heizleistung als Heizbedarf sollten mit (teuren) Wärmespeichern gekoppelt werden. Erst seit wenigen Jahren sind Kleinstheizsysteme am Markt, die als „Luftheizsysteme“ oder wassergeführt als Mini-Zentralheizsysteme direkt im Wohnbereich aufgestellt werden können. Die Verbrennungsluft wird dabei über ein Rohr von außen angesaugt um die Zu- und Abluftbalance der Lüftungsanlage nicht zu stören. Kleine Pellets-öfen und -bedingt Kleinst-scheitholzöfen werden inzwischen auch in Passivhäusern eingesetzt.

Die Standardwärmeerzeuger sind nach wie vor Kessel, in denen Öl, Gas, feste Brennstoffe wie Kohle, Koks, Briketts und Biomasse verbrannt werden. Ein Sonderfall ist die Fernwärme, also externe Wärmeerzeugung, bei der die Wärme in einer Umformerstation an das Gebäude übergeben wird. In Österreich kommen im konventionellen Wohn- und Bürobau großteils Wasser-Zentralheizungssystem zur Anwendung wobei die Wärmeabgabe über Radiatoren, Wand- oder Fußbodenheizungen erfolgt.

### 4.1 Heizkessel

Auf den Gebieten Gaskessel und Biomassekessel wurde in letzter Zeit viel entwickelt:

- Bei Gaskesseln hat sich die Brennwerttechnik durchgesetzt, auch wenn die Kessel oft falsch eingesetzt werden (Hochtemperatur-Wärmeverteilungssysteme, Überdimensionierung auf Grund falsch verstandener Diagramme mit dem Wirkungsgrad über der Last).

- Für Biomasse gibt es Kessel für die unterschiedlichsten Brennstoffformen wie Scheitholz verschiedenster Größe, Hackschnitzel und Pellets. Hackschnitzel- (ab einer bestimmten Leistung) und vor allem Pelletskessel sind für vollautomatischen Betrieb geeignet.
- Bei allen Kesseln wurde eine deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen erreicht.

Zu diesen konventionellen Wärmeerzeugern kommen noch Wärmepumpen und thermische Solaranlagen.

## 4.2 Hydraulische Einbindungen von Zentralheizungssystemen

Zentralheizungsanlagen können mit Wärmeerzeugern unterschiedlichster Bauart betrieben werden. Man kann zwischen zwei Arten von Wärmeerzeugern unterscheiden, da sich die hydraulischen Einbindungen in das Heizungssystem signifikant voneinander unterscheiden:

### 4.2.1 Leistungsgeregelte Wärmeerzeuger

Abb. 5, links zeigt hydraulische Einbindung eines leistungsgeregelte Wärmeerzeuger, welche die jeweils benötigte Heizungsvorlauftemperatur über die Leistung genau einstellen können. Hierunter fallen modulierende Gaskessel, drehzahlgeregelte Wärmepumpen, Fernwärmeübergabestationen, leistungsgeregelte Hackschnitzel- oder Pelletsöfen, sowie schnell taktende Wärmeerzeuger mit ausreichender Eigenmasse (z.B. Gasthermen, Ölheizung), die über das Laufzeit – zu - Stillstandsverhältnis die jeweilig benötigte Leistung einstellen.

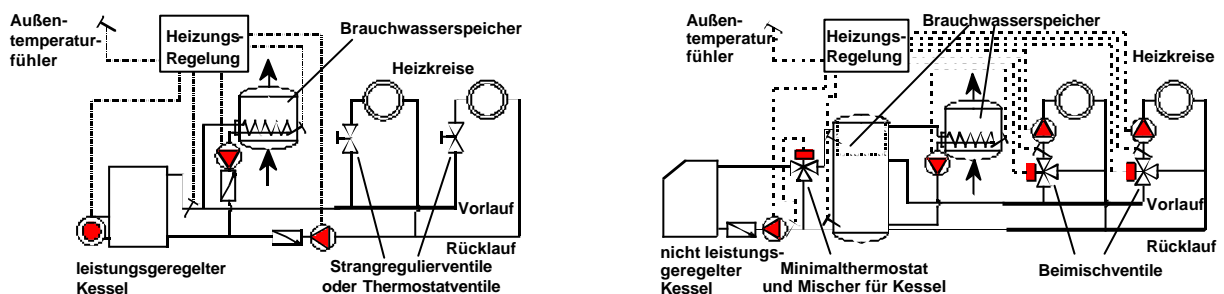
Eine zentrale Heizungspumpe fördert durch den Wärmeerzeuger und durch die Heizkreise. Die Abstimmung der Massenflüsse durch die einzelnen Heizkreise erfolgt entweder über fix voreingestellte Strangreguliertventile (hydraulische Einregulierung), wodurch die an den Heizkörpern abgegebene Leistung für die gegebene Vorlauftemperatur und damit die erzielte Raumtemperatur festgelegt wird, oder über Thermostat- oder Zonenventile einer Einzelraum- bzw. Zonenregelung. Da die Leistungsregelung in der Regel nur bis 30 - 40% der Nennleistung möglich ist, muss im unteren Leistungsbereich getaktet werden. Die sich einstellenden Taktzeiten sind von der thermischen Trägheit (den Speichermassen) des Heizungssystems und der Heizflächen (z.B. Estrich einer Fußbodenheizung) abhängig.

### 1.1.2 Nicht leistungsgeregelte Wärmeerzeuger

**Wärmeerzeuger** mit großen Taktverlusten die entweder nur **eine Leistungsstufe** (Abb. 5, rechts), besitzen (z.B. Ölkessel) oder bedingt regelbar sind (**Festbrennstoffkessel** wie Holz- und Kohleöfen, die bei Drosselung der Luftzufuhr hohe Emissionen aufweisen).

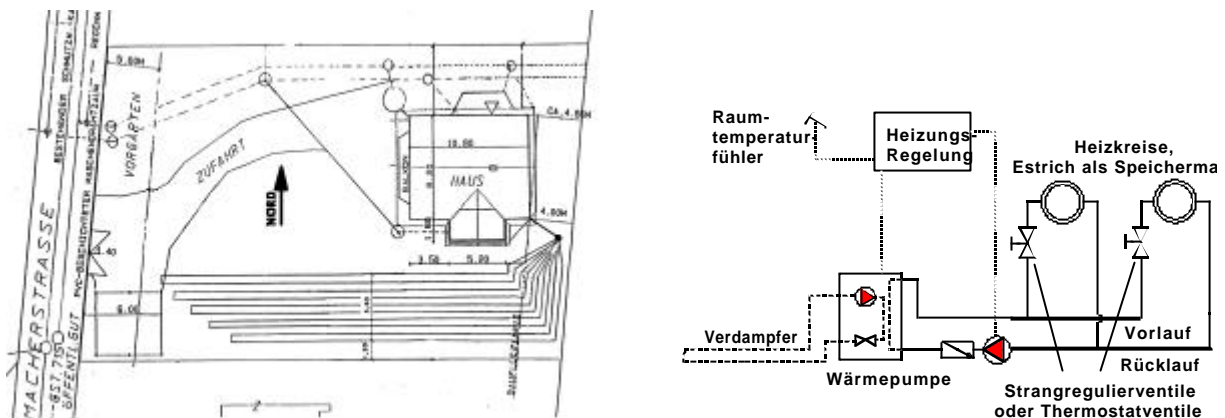
Durch die Beimischung in den Heizkreisen bei zu hoher Kesselaustrittstemperatur würde der Massenfluss, der durch den Kessel fließen würde, sinken. Ohne eine hydraulische Entkoppelung würden noch höhere Übertemperaturen am Kesselaustritt entstehen. Daher muss ein solcher Kessel über einen Pufferspeicher hydraulisch vom Heizungssystem entkoppelt werden. Der Speicher erfüllt hierbei mehrere Funktionen: Massenflussentkoppelung von Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher,

- Entkoppelung der Kesselaustritts- und der Heizungsvorlauftemperatur,
- Bereitstellung eines gewissen Volumens im oberen Speicherbereich für die Brauchwassererwärmung,
- Laufzeiterhöhung des Kessels, da das Puffervolumen zur kurzzeitigen Wärmespeicherung verwendet werden kann.



**Abb. 5 Beispiel der hydraulische Einbindung von leistungsgeregelten (links) und nicht leistungsgeregelten Wärmeerzeugern (rechts) in ein Zentralheizungssystem**

Die Größe des Pufferspeichers richtet sich nach der Art des Wärmeerzeugers und kann bei genügend großen Speichermassen des Wärmeabgabesystems auch komplett entfallen, wie das Beispiel einer Wärmepumpeneinbindung in Abb. 6 zeigt. Hier dient der Estrich der Fußbodenheizung als Speicher und ermöglicht minimale Laufzeiten der Wärmepumpe von über 5 Stunden. Die Jahresarbeitszahl der in Abb. 6 gezeigten Wärmepumpenanlage mit Erdreich-Direktverdampfung und Propan als Kältemittel liegt bei ca. 4.5 über die letzten 5 Jahre.

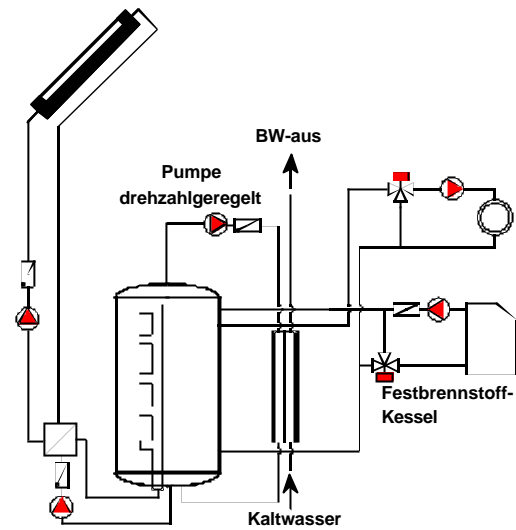
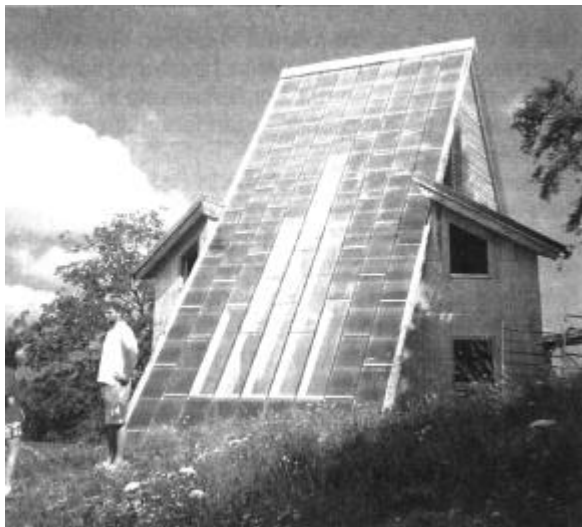


**Abb. 6 Einbau und Hydraulikschema einer Erdreich-Direktverdampfungs Wärmepumpenanlage mit Propan als Kältemittel (Streicher, 1997)**

### 4.3 Solarunterstützte Anlagen

In Österreich genießt die thermische Nutzung der Solarenergie einen hohen Stellenwert. Österreich hat die größte Dichte an thermischen Sonnenkollektoren in Europa. In den letzten Jahren wird zunehmend nicht nur das Brauchwasser sondern auch die Heizung durch die Solaranlage unterstützt. Abb. 7 zeigt beispielhaft ein Nullheizenergiehaus sowie ein Hydraulikschema für eine kompakte teilsolare Raumheizung, wie sie in Österreich häufig anzutreffen ist.

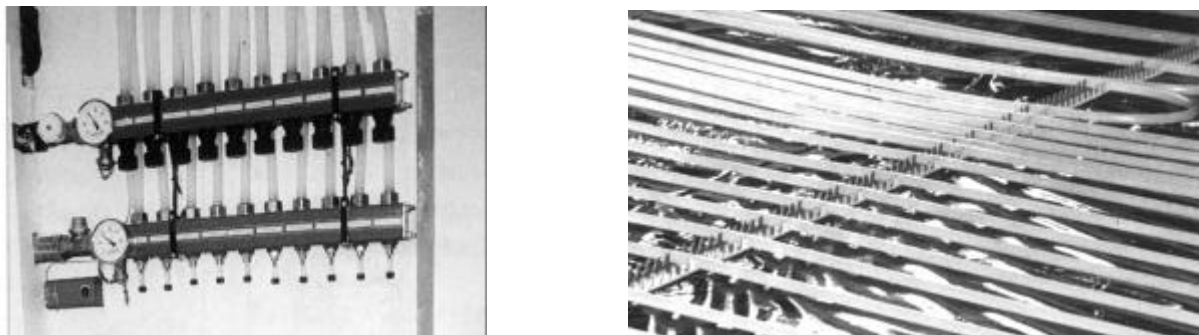




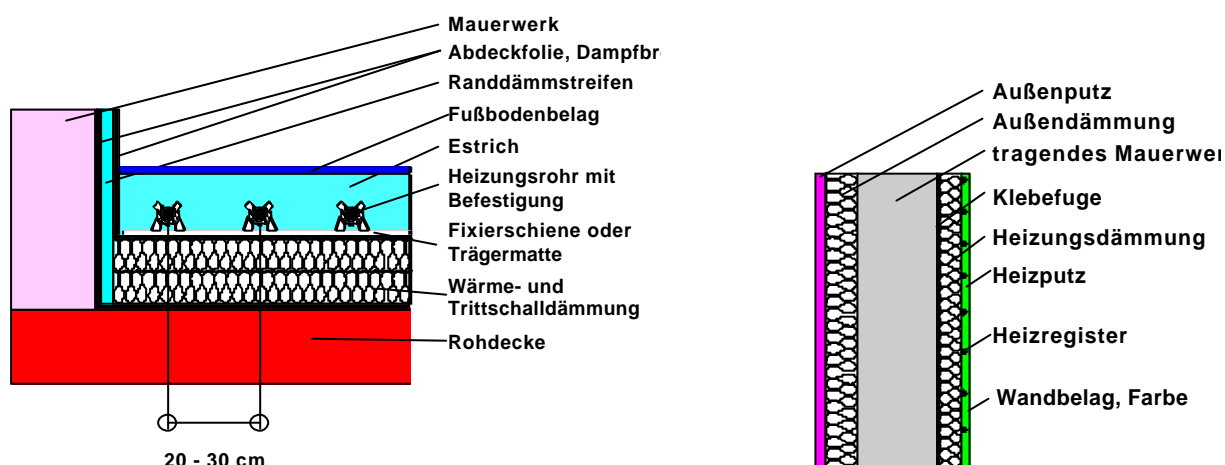
**Abb. 7 Nullheizenergiehaus Nader und Hydraulikschema einer teilsolaren Raumheizung (Streicher, 1996, Streicher et al. , 1998)**

## 5 Wärmeabgabesysteme für Wasserheizungssysteme

In Österreich kommen fast ausschließlich Radiator-, Fußboden- und Wandheizungssysteme zur Anwendung. Bei Niedrigenergiehäusern und bei Heizanlagen, die eine Wirkungsgradeinbuße bei hohen Heizungs- vor- und -rücklauftemperaturen haben (Gas-Brennwertkessel, Wärmepumpen, Solaranlage) setzen sich zunehmend die beiden letztgenannten Heizungssysteme durch. Im Standard Wohnbau sind es nach wie vor Radiatoren. Abb. 8 links zeigt einen Heizkreisverteiler mit Strangreguliertventilen und Schwebekörpern für die Massenflussvisualisierung für ein Heizungssystem mit vielen parallelen Strängen. Mit Hilfe solcher Verteiler kann ein Heizungssystem schnell und einfach hydraulisch abgeglichen werden. Abb. 8 rechts und Abb. 9 zeigen Aufbauten von Fußboden- und Wandheizungen. Fußbodenheizungen sind träge und machen Nachtabsenkungen unwirksam. Wandheizungen reagieren schnell, oft fehlen jedoch die nötigen Freiflächen (keine Möbel). Mit beiden Systemen werden die Raumlufstromungen durch Naturkonvektion gering gehalten.



**Abb. 8 Fußbodenheizung: Heizverteiler mit Durchflussanzeige und Verlegung der Fußbodenheizungsrohre über einer PE-Folie (Heimrath, 1998)**



**Abb. 9 Aufbau von Fußbodenheizung und Wandheizung (Streicher, 1996)**

Fußbodenheizungen werden bei Niedrigenergiehäusern durch die große Wärmeabgabefläche mit sehr geringer Fußboden-Übertemperatur gegenüber der Raumtemperatur betrieben. Steigt nun die Temperatur in einem Raum durch Sonneneinstrahlung oder Innenwärmen über die Fußbodentemperatur an, so gibt der Fußboden keine Wärme mehr an den Raum ab und die Heizung ist, zumindest über einen gewissen Zeitraum, „abgeschaltet“. In diesem Fall sind keine Raumthermostaten in jedem Zimmer oder andere aufwendige Regelungen notwendig.

## 5.1 Wärmeabgabesysteme im Überblick

### 5.1.1 Fußbodenheizung

Sehr komfortabel bei niedriger Vorlauftemperatur, allerdings eher träge. Achten Sie deshalb unbedingt auf eine sehr gute Wärmedämmung unter der Heizung. Bei Sanierungen ist es oft sinnvoll, die Kellerdecke von unten zusätzlich zu dämmen. Beim Neubau ausreichende Konstruktionshöhen vorsehen.

### 5.1.2 Radiatoren

Möglichst groß wählen, damit die Vorlauftemperatur niedrig sein kann (weniger Luftumwälzung, weniger Staubaufwirbelung, mehr Strahlungswärme). Relativ schnell reagierendes System.

### 5.1.3 Wandheizung

Im Standardgebäude müssen große Flächen vorhanden sein, wenn eine Wandheizung verwendet wird. Wegen der höheren Wandtemperatur muss die Wand sehr gut gedämmt werden. Sowohl mit sauerstoffdiffusionsdichten Kunststoffrohren als auch mit Kupferrohren ausführbar.

### 5.1.4 Bauteilheizung

Bauteilheizungen werden in der Sanierung verwendet, um die Verdampfung von Feuchtigkeit in den Wänden anzukurbeln. Dazu werden knapp über dem Fußboden in der Mörtelfuge Schlitze gestemmt, welche mit Fußbodenheizschläuchen ausgelegt werden. Im Neubau- Passivhaus oder Niedrigstenergiehaus werden ähnliche Systeme aufgrund der niedrigen Kosten realisiert. Durch die extrem gute Wärmedämmung der Außenwände kann eine thermische Trennung der „Wandheizung“ entfallen, bzw. reicht in den meisten Fällen die Auslegung auf Innenwänden aus. Lediglich im Umfeld größerer Fensterflächen empfiehlt es sich, die Verluste dort auszugleichen. Ein bis zwei Schlaufen im Boden oder unter dem Fenster reichen in der Regel für diesen Zweck aus. Der Große Vorteil ist weiters, dass durch die Integration der Rohre in die tragende Wand, der Putz in Standardstärke (1,5 cm) aufgebracht werden kann.

### **5.1.5 Sockelheizung**

Reine Konvektionsheizung, mit geringem Strahlungsanteil (auch die strahlende Wand über der Heizung muss erst durch Konvektion (Luftumwälzung) erwärmt werden). Hohe Staubaufwirbelung. Hohe Vorlauftemperatur erforderlich

### **5.1.6 Luftheizung (Hypokaustenheizung)**

Schwierig zu dimensionieren (strömungstechnisch und schalltechnisch), problematisch bei der Regelung.

### **5.1.7 Zuluftvorwärmung**

Die Vorwärmung der Zuluft kann bei Passivhäusern als alleiniges Heizsystem verwendet werden. Bei allen anderen Häusern ist insbesondere bei der Verwendung von Elektronachheizregistern große Vorsicht geboten, da es durch den Stromverbrauch zu hohen Heizkosten kommen kann und eine zu hohe Lufttemperatur zur Verschmelzung von Staubteilchen führen kann.

## 6 Grundsätzliches zur Heizungsregelung

Hinsichtlich der Einsparpotentiale durch moderne Kommunikations- und Regeltechnik lassen sich einige Schlussfolgerungen ziehen, die hier zur Diskussion gestellt werden sollen:

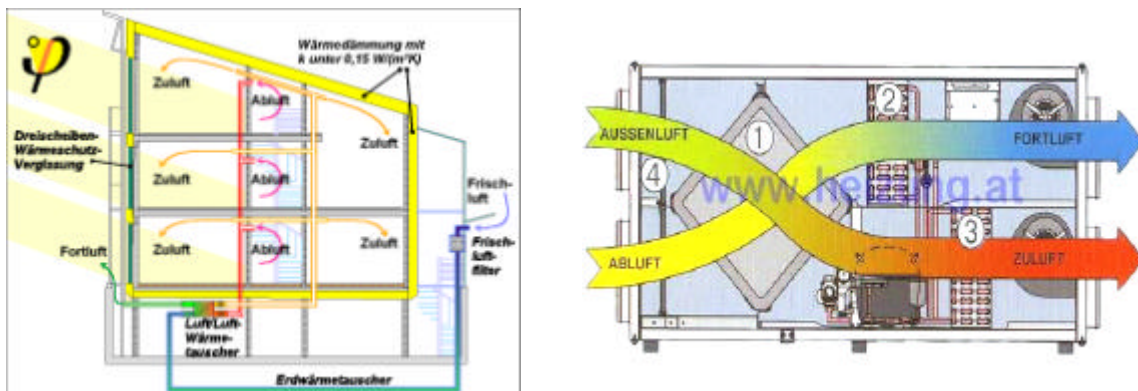
- Systeme zur **kontrollierten Be- und Entlüftung** werden im Niedrigenergiehaus zunehmend eingesetzt. Im Passivhaus sind diese, verbunden mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung eine Voraussetzung für das Funktionieren des Systems. **Das bringt auch neue Anforderungen an die Regeltechnik**
- Je besser die Gebäudehülle, desto geringer sind die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Räumen. Vor allem in Verbindung mit kontrollierten Be- und Entlüftungsanlagen im Passivhaus lassen sich thermische Zonierungen von max. 2-3 Grad feststellen. **Eine aufwändige witterungsgeführte Regelung bzw. Einzelraumregelung ist daher hinsichtlich Kosten/Nutzen Gesichtspunkten nicht sinnvoll. (Ausnahme Bad, Schlafzimmer)**
- Passivhäuser haben in Messungen gezeigt, dass sie nur sehr langsam abkühlen. **Ein Absenkbetrieb der nur einige Stunden beträgt, bringt daher keine nennenswerten Einsparungen.** Sehrwohl wirkt sich das generelle Temperaturniveau der Innenräume auf den Energieverbrauch aus. Während man im Standardhaus von einem Mehrverbrauch von rund 5% pro zusätzlichem Grad Raumtemperatur ausgeht, liegt dieser prozentuelle Wert im Passivhaus rund bei dem Dreifachen (Absolut ist dieser Wert allerdings auch gering, da der Ausgangsverbrauch entsprechend niedrig ausfällt)
- **Passivhäuser sind „Kälte-unempfindlich“.** Bei höheren Minusgraden scheint öfters die Sonne als im Bereich von rund 0 bis 5 Grad plus. In dieser Bandbreite fällt auch die meiste Zeit des Heizbetriebes. **Witterungsgeführte Regelungen im herkömmlichen Sinn sind daher weder erforderlich noch sinnvoll.**
- Aufgrund des geringen Energieverbrauches von Niedrigstenergie- und Passivhäusern sind **dezentrale Systeme (pro Wohneinheit) energetisch meist effizienter als zentrale.**

- Hinsichtlich des Nutzerverhaltens sind einfache, überschaubare Regelungssysteme und **die Möglichkeit einfach einzugreifen die Voraussetzung für eine hohe Akzeptanz.**
- „Smart vor Schrott“ Generell gilt: schlechte Information ist genauso Schrott ist wie ein Zuviel an Information.
- Im **Wohnungsneubau** ist vor allem **vor dem Bau Intelligenz** gefragt. Mit entsprechender Planung und Gebäudesimulation, verbunden mit einer hohen Ausführungsqualität lassen sich die meisten Energieeinsparungen erreichen. Schlanke Haustechniksysteme mit einfachen klaren Regelsystemen sind vorzuziehen. **Die Kommunikation dieser Systeme nach Außen – zum Herstellen** (z. B. für Fehlermeldungen oder für die Anforderung von Brennstoff etc.) sind ein zusätzlicher Gewinn von Komfort und Betriebssicherheit. Diesen gilt es auszubauen
- Bei der **Gebäudesanierung** ist der nachträgliche Einbau moderner Regel- und Kommunikationssystem allein hinsichtlich der **erzielbaren Energieeinsparung von deutlich größerer Bedeutung.** Hier lassen sich meist die besten Kosten/Nutzen-Effekte und kürzeste Amortisationszeiten erzielen.

## 7 Lüftung und Abluftwärmerückgewinnung

Die (mechanische) Lüftung, in einigen Ländern Stand der Technik (z.B. Schweden), ist in Österreich erst durch den verstärkten Bau von Niedrigenergie- und Passivhäusern wieder bekannt geworden. Lüftungsanlagen ermöglichen einen richtig dosierten kontinuierlichen Luftwechsel und damit die Reduktion der im Inneren des Gebäudes entstehenden Schadstoffe. Zudem kann durch Abluftwärmerückgewinnung eine deutliche Reduktion des Heizenergieeinsatzes erreicht werden.

Abb. 10 zeigt ein System mit Abluftwärmerückgewinnung und Abluftwärmepumpe zur Anhebung der Zulufttemperatur. Zudem ist im Winter eine Luftvorwärmung in der Erde möglich. Im Sommer kann das System vorgekühlte Luft aus der Erde verwenden. Ist der Energiebedarf eines Gebäudes sehr niedrig (unter 15 kWh/m<sup>2</sup>a für die Heizung, d.h. Passivhaus), so kann der gesamte Energiebedarf für die Heizung aus einer solchen Abluftwärmerückgewinnung mit integrierter Wärmepumpe abgedeckt werden. Ein konventionelles Heizungssystem kann entfallen.



**Abb. 10 Kontrollierte Lüftung mit Abluftwärmerückgewinnung und Luft/Luft Wärmetauscher**

## 8 Verfahren und Einsatzgebiete der thermischen Gebäudesimulation

Die Thermische Gebäudesimulation kann grob in statische und dynamische Verfahren eingeteilt werden. Während die statischen Verfahren, die in den meisten Heizlast-Normen verwendet werden, mit Mittelwerten über das ganze Jahr oder monatsweise arbeiten, simulieren dynamische Verfahren das Gebäude in Schrittweiten von einer Stunde bis Bruchteilen von Stunden. Eine dynamische Simulation benötigt daher für die Berechnung eines Jahres eine größere Rechenzeit, als ein statisches Verfahren.

Dynamische Simulationen sind bei Gebäuden mit hohen Speichermassen und/oder großen Fensteranteilen notwendig, um die Regelung der Klimatisierung zu optimieren und allfällige Überhitzungen zu erkennen und zu vermindern. Außerdem können regelungstechnische Aspekte wie Nachtauskühlung durch verstärkte Lüftung, belichtungsabhängige Beleuchtung, wechselnde Anwesenheitsverhältnisse von Personen und dergleichen nur mittels dynamischer Simulation korrekt berücksichtigt werden. Dynamische Simulationen erlauben zudem die Aufschlüsselung welche Temperaturen über welche Zeiträume in den Gebäuden auftreten.

Bedingt durch die Vielzahl ein Eingabeparametern für Gebäude, Benutzerverhalten, Technologie und Regelung der Klimatisierung können sich für ein Gebäude aufgrund unterschiedlicher Annahmen selbst bei gleichem Benutzerverhalten sehr unterschiedliche Ergebnisse ergeben (siehe

Abb. 11). Simulationen spiegeln daher immer nur die Eingabendaten aber nicht unbedingt die Realität wieder.

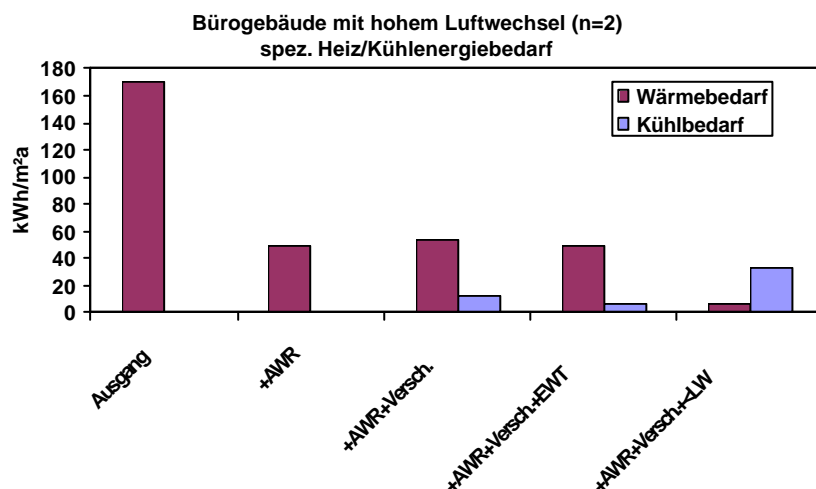


Abb. 11 Berechnungsvarianten eines Bürogebäudes (Mach 2001)



## 9 Haushaltsgeräte, Beleuchtung

Die energiesparenden Haushaltsgeräte sind eine weitere Voraussetzung zur Minimierung des Primärenergiehaltes, da Strom mit dem Faktor ca. 3,0 aufgrund dessen Herstellung belastet ist. Dieser Faktor schwankt je nach Region und dem verwendeten Erzeugungsmix.

Der Anschluss des Geschirrspülers und der Waschmaschine an die Warmwasserversorgung ist empfehlenswert.

Bei der Beleuchtung kann bei vollständiger Bestückung der Beleuchtungskörper mit Energiesparlampen ein weiterer Grundstein gelegt werden. Ein Übermaß an indirekter Beleuchtung kann hierbei schwieriger inszeniert werden.

Bei Leuchtstoffröhren sind elektronischen Vorschaltgeräten zu verwenden.

Bei der Steuerung der Beleuchtung sollte bei der Verwendung von Bussysteme auf die Regelkomponentenverlustleistung geachtet werden.

Der Einsatz von Bewegungs- bzw. Präsenzmeldern ist vorallem in gemeinschaftlichen und öffentlichen Bereichen sinnvoll.

Der Primärenergiesatz kann natürlich durch den kostenintensiven Einsatz von Photovoltaikanlagen reduziert werden. Die Gleichspannung kann direkt für die Lüftung oder adaptierte Pumpen verwendet werden.

**Eine etwas günstigere Variante der ökologischen Stromerzeugung ist die Beteiligung an z. B. Windkraftwerken und der Umstieg auf Ökostrom.**

## 10 Hilfsenergie

Die Reduzierung der Hilfsenergien für die Wärmeerzeugung und deren Verteilung ist anzustreben.

Aufgrund von aktueller Pumpentechnologien (vor allem im Kleinanlagenbereich) ist eine Reduktion der Pumpenantriebsleistung von ca. 40-60W auf ca. 7-10W für Passivhäuser mit ca. 2-8kW Heizlast zu erreichen. Die Amortisation der Mehrkosten sind nach ca. 10 Jahren durch die Stromeinsparung gegeben. Siehe <http://www.biral.ch/> - Pumpentype MC 10 bzw. 12.

Bei der Verwendung von Einzelraumsteuerungen von wasserführenden Heizungssystemen sollte bei den Stellantrieben auf elektrische Thermoantrieben zu verzichtet werden, da diese mit ca. 2-4W je Stück zur Raumheizung beitragen. Es sollten wenn elektrisch geregelt wird, die Verwendung von kleinen Stellantriebe mit Getriebe, welche nur zur Stellungsänderung Strom verbrauchen (DDC-EIB Technologie) umgestellt werden.

Ansonst werden klassische Thermostatköpfe mit Flüssigkeitsausdehnelementen empfohlen

## 11 Kleinstheizsystem im Niedrigenergiehaus

Das Gebäude ist ein Standard Holzriegelbau mit Standardfenstern und einer Heizlast von ca. 4,5 KW



Die Besonderheit liegt neben dem sehr guten Kosten/Nutzenverhältnis vor allem bei der Haustechnik.

Ein Kompaktgerät übernimmt wie beim Passivhaus alle vier haustechnischen Funktionen: Lüftung, Wärmerückgewinnung, Warmwasser und Heizung. Dieses System wird rund 6-8 Wochen (Dezember und Januar) von einem Pelletsofen (Wodke/Luft) unterstützt. Der Ofen ist im einzigen Massivbauteil des Hauses, in der Stiege eingebaut (Bild 4, Mitte). Das bringt folgende Vorteile: Über die aufgewärmte Luft kann rasch Wärme bereitgestellt werden, nach längerer Betriebszeit des Ofens an sonnenarmen Wintertagen – wärmt sich die Betonstiege wie ein Kachelofen auf. Hinter der Stiege ist ein kleiner Abstellraum ausgebildet in welchem die Pelletssäcke gelagert werden. Da der Pelletsofen nur einige Wochen betrieben werden muss, und mit einer Füllung mindestens drei Tage brennt, ist das Konzept auch ohne Vollautomatisation sehr Nutzer freundlich.

Der Heizenergiebedarf dieses Hauses liegt bei knapp 1000 kg. Pellets und ca. 2300 kWh Strom für das Kompaktgerät.

## 11.1 Betonstiege mit Mehrfachfunktion

Die Betonstiege mit einer angrenzenden Steinmauer erfüllt im Winter eine Kachelofenfunktion und im Sommer steht die Speichermasse zum Temperatenausgleich zur Verfügung. Zusammen mit dem sanften Kühleffekt des Erdreichwärmetauschers überschreitet die Spitzentemperatur im Sommer in den Innenräumen fast nie 25 °. Die Regelung des Wohnraumlüftungsgerätes übernimmt vollständig auch die Regelung des Pelletsofens. Das Systems eröffnet neue Möglichkeiten zur komfortablen und ökologischen Beheizung von Häusern bis zu einer Heizlast von ca. 5 kW und bietet Passivhaus-Neueinsteigern genügend Sicherheitsreserven. Im konkreten Fall übernimmt der Ofen schon dann die Raumheizung, wenn das Kompaktgerät zwar genügend Raumwärme liefern könnte, aber der Warmwasserspeicher Aufheizbedarf meldet. D. h. statt den Spitzenbedarf im Speicher elektrisch direkt abzudecken übernimmt der Pelletsofen die Raumheizung und die Kleinstwärmepumpe in der Lüftungsanlage die Warmwasserbereitung (mit einer Arbeitszahl von 3,5). Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die 1,4 kW Heizlast des Wohnraumlüftungsgerätes als schnell regelbarer Lastausgleich zur Verfügung stehen. Damit wird das Argument, wonach Holzheizsysteme bei geringen Heizlasten von Niedrigstenergiehäusern zu träge reagieren, deutlich entschärft. Statt der erforderlichen 6-8 Wochen, in denen der Pelletsofen zur Spitzenlastabdeckung herangezogen wird, kann dieser Zeitraum um ca. weitere 4 Wochen ausgedehnt werden. Damit sinkt der Strombedarf der Kleinstwärmepumpe weiter und die Pellets bilden sozusagen die Basisheizung. Umgekehrt verhindert aber die Kleinstwärmepumpe bei mehreren Tagen Abwesenheit der BewohnerInnen ein zu starkes Auskühlen des Hauses.

## 12 Schlussfolgerungen

Gebäude in Niedrigenergiebauweise stellen andere Anforderungen an das Heizungssystem als herkömmliche Gebäude. Benutzerverhalten, passive Solargewinne und innere Wärmequellen haben einen großen Einfluss auf die benötigte Wärmemenge. Aus diesem Grund muss gerade bei Niedrigenergiegebäuden das Heizungs- und Lüftungssystem auf das gesamte Gebäude gut abgestimmt sein. Zudem werden Heizungen mit geringen Leistungen benötigt.

Erfahrungsgemäß ist die Abstimmung der verschiedenen am Bau tätigen Professionisten noch wichtiger. Beginnend bei der Architektur sollte das Haus so konzipiert sein, dass neben einem geringen Energieverbrauch einfache Lösungen in der Heizungs- und Klimatechnik möglich sind. Eine solche Vorgangsweise ist Teil einer integrierten Planung.

Das Heizungssystem sollte möglichst einfach aufgebaut sein. Alle Erfahrung zeigt, dass komplexe Systeme weniger gut funktionieren als einfache, da es eine kleinere Anzahl von Fehlerquellen gibt. Gute Systeme müssen so funktionieren, dass der Benutzer sie einfach vergisst, mit dem Raumklima zufrieden ist und sein Verhaltensspektrum ausleben kann. Nur so können Niedrigenergie- und Passivhäuser eine große Verbreitung finden und das Potential bei der Energieeinsparung im Gebäudebereich ausgeschöpft werden.

Mit Hilfe der thermische Gebäudesimulation können Leistungs- und Energiebedarf von Gebäuden sehr gut abgeschätzt werden. Allerdings müssen auch alle Randbedingungen „richtig“ d.h. realitätsnah eingegeben werden. Speziell das zukünftige Benutzerverhalten ist aber oft nur schwer einschätzbar. Aus diesem Grund liegen die Ergebnisse oft erheblich neben den später gemessenen Werten. Ergebnisse müssen stets auf Plausibilität abgeschätzt werden.

Die Simulation kann mit unterschiedlich komplexen Modellen erfolgen. Möglichst einfache Modelle sollten verwendet werden; sind die Kosten der Energieplanung höher als die Kosten des Architekten, findet sicher keine Energieplanung statt. Viele Aspekte der thermischen Gebäudesimulation können einfach abgeschätzt werden.

## **Die Praxis des ökologischen Bauens unter besonderer Berücksichtigung der Sanitär- und Haustechnikinstallationen**

Referent

Bmstr. Ing. Heribert Hegedys

Haus der Baubiologie Graz

Conrad von Hötzendorf-Str. 72, A 8010 Graz

Ökobau Cluster NÖ dankt Bmstr. Ing. Heribert Hegedys für die folgende, zur  
Verfügung gestellte Unterlage

# 3

## Die Praxis des ökologischen Bauens unter besonderer Berücksichtigung der Sanitär- und Haustechnikinstallationen

# Haus der Baubiologie

Seminarzyklus Aktivhaus

## Workshop Haustechnik

Aktive Planungsbeteiligung zu  
energierichen Gebäuden für Mensch, Natur und Umwelt

# Ökobau Cluster Niederösterreich

Bmstr. Ing. Heribert Hegedys

Haus der Baubiologie Graz



## Aktivhaus



- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- Ziele zum haustechnischen Konzept sind demnach
  - Behaglich
    - thermisch (Luft und Oberflächentemp.) akustisch
    - feinstofflich energiereich
    - hygienisch (bei Herstellung und nach 10 Jahren Betrieb)
  - Belastungsfrei
  - Kostenbewußt
    - Anschaffung
    - Betrieb
  - Umwelt- und Ressourcengerecht





## Aktivhaus



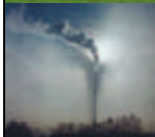
- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
  - Wärme durch
    - hochwertiges Dämm- und Dichtkonzept in Kombination mit Lüftungwärmerückgewinnung
    - hochwertige Wärmeabgabesystem
      - Wandheizung / Bauteiheizung
      - Deckenheizung / Fußbodenheizung
    - ökologisch zukunftsfähiges Heizsystem
      - Sonne und gespeicherte Wärme
      - Biomasse Fernwärme oder Objektwärme
        - Hackschnitzel, Stückholz, Pellets
      - bevorzugt Wohnraumöfen
  - Frischluft durch
    - regelmäßiges Lüften
    - automatisiertes Lüften




## Aktivhaus ?




- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- Solaraktiv thermisch
  - Kollektorfelder an Wand und Dach
  - Architekturintegriert
  - 8 - 30 m<sup>2</sup> / 25° - 90° zur horizontalen
  - Südost , Süd, Südwest
  - 20 - 30 m Leitungslänge zu Speicher

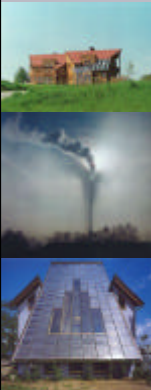





## Aktivhaus



- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- richtig lüften
  - ca. 30 m<sup>3</sup> je Person und Stunde
    - Fensterlüftung - wie häufig ?
    - Spaltlüftung ?? (Baumängel)
    - konzipierte Undichtheit ?
  - Lüftungslage (Plattenwärmetauscher - Wärmerad)
    - mit / ohne Wärmerückgewinnung
    - mit / ohne Luftvorwärmung
    - mit / ohne Erdkollektor
    - immer mit Hygienöffnungen und Schallschutz



## Aktivhaus



- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- Elektrizität nachhaltig
  - ab 20 m<sup>2</sup> Fotovoltaik solarautark
    - Achtung auf Beschattung
  - Netz als Puffer, keine Batterieanlage
  - Windkraft - Ökostrom
  - Kraftwerk Energiesparen
  - intelligente Hausinstallation
    - Bussysteme mit hoher Flexibilität

## Aktivhaus



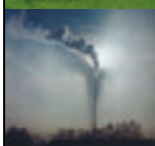
- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- Regenwassermanagement
  - Zisternensammlung statt Ableitung
    - Kosten - Nutzenabwägung
    - Anschlußgebühren
    - Errichtungskosten alternativer Anlagen
      - Nachbarrecht !
      - Versickerungsgutachten
    - Weiches Wasser als Argument
    - nachhaltige Wassernutzung als Motiv



## Aktivhaus



- (Haus-)Technik zum Dienst des Menschen
- Hausarbeit erleichtern
  - zentrale Staubsauganlage
    - kein Filtergeruch
    - kein Lärm
    - langfristig geringere Kosten
    - keine Staubaufwirbelung



# 4

## Grundlagen der Komfortlüftung

## **Grundlagen der Komfortlüftung**

Referent

Ing. Reinhard Weiss

drexel und weiss, energieeffiziente haustechniksysteme gmbh.

Kennelbacherstraße 36, 6900 Bregenz

Ökobau Cluster NÖ dankt Ing. Reinhard Weiss für die folgende, zur Verfügung gestellte Unterlage

## INHALTSVERZEICHNIS

<u>1</u>	<u>Zur Geschichte: Wie kam es zu dieser Technologie? Wie wird es weitergehen? ...</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>Grundlagen der Lüfthygiene</u>	<u>5</u>
2.1	Lüftungswärmeverluste:	5
2.2	Raumluftqualität:	5
2.3	Kohlendioxid:	6
2.4	Wasserdampf:	6
2.5	Fensterlüftung – mechanische Lüftung:	7
2.6	Luftmengen	8
2.7	CO <sub>2</sub> – Maßstab	8
2.8	Luftwechsel – Maßstab:	9
2.9	Feuchte-Maßstab:	10
<u>3</u>	<u>Anforderungen an den Aufstellungsort der haustechnischen Geräte</u>	<u>12</u>
<u>4</u>	<u>Dimensionierung einer Wohnraumlüftung</u>	<u>13</u>
4.1	Ermittlung einer Gesamtluftmenge siehe Anhang 1: Luftmengendimensionierung.xls	13
4.2	Raumweise Luftmengen-Ermittlung:	13
4.3	Welche Rohrdimension für welche Luftmenge?	13
<u>5</u>	<u>Planung einer Wohnraumlüftung</u>	<u>15</u>
5.1	Zonierung	15
5.2	Festlegung der Luftmengen je Raum	15
5.3	Vorbereitung Planung Rohrleitungsnetz	15
5.4	Folgende Kriterien sind dabei zu beachten:	15
5.4.1	Position Luftein- und auslässe	15
5.4.2	Gerätestandort	15
5.4.3	Außenluftansaugung	15
5.4.4	Fortluft	15
5.5	Planung des Rohrleitungsnetzes	16
5.5.1	Minimierung Druckverluste	16
5.5.2	Rohrführung	16
5.5.3	Isolierung	16

5.5.4 Überströmöffnungen.....	16
<u>6 Energieeffizienz im Detail.....</u>	<u>17</u>
<u>7 Wohnraumlüftung ist nicht gleich Wohnraumlüftung: worauf kommt es an? .....</u>	<u>17</u>
Anlage A .....	17
Anlage B.....	18
Anlage C.....	18
Anlage D.....	18
Anlage E .....	18
7.1 Anlagenvergleich in Bezug auf die Primärenergieeinsparung:.....	18
7.2 Anlagenvergleich in Bezug auf die Betriebskosten: .....	19
7.3 Kosten von Wohnraumlüftungsanlagen: .....	20
Anlage A .....	21
Anlage B.....	21
Anlage C.....	21
Anlage D.....	21
Anlage E:.....	21
7.4 Wirtschaftlichkeit von Wohnraumlüftungsanlagen.....	22
7.5 Komfortaspekte bei Wohnraumlüftungsanlagen: .....	23
7.6 Fazit .....	24
<u>8 Erdwärmetauscher .....</u>	<u>25</u>
8.1 Allgemeine Verlegehinweise: .....	25
8.2 Mit Unterkellerung.....	26
8.3 Ohne Unterkellerung.....	26
<u>9 Akustik – ein heikles Thema.....</u>	<u>27</u>
<u>10 Wartung .....</u>	<u>27</u>
<u>11 Wärmeeinbringung über die Lüftung: eine Kontroverse .....</u>	<u>28</u>
11.1 Luftheizung: gelten die bekannten Nachteile noch? .....	28
11.2 Sonderfall Passivhaus: .....	28
11.3 Was die Frischluftheizung nicht kann: .....	28

# 1 Zur Geschichte: Wie kam es zu dieser Technologie? Wie wird es weitergehen?

Wie war es:	vor 10 Jahren	vor 5 Jahren
Bereich Telekommunikation		
Bereich Wärmeerzeugung (Biomasse, Solarenergie)		
Bereich Wohnraumlüftung – Passivhaus		

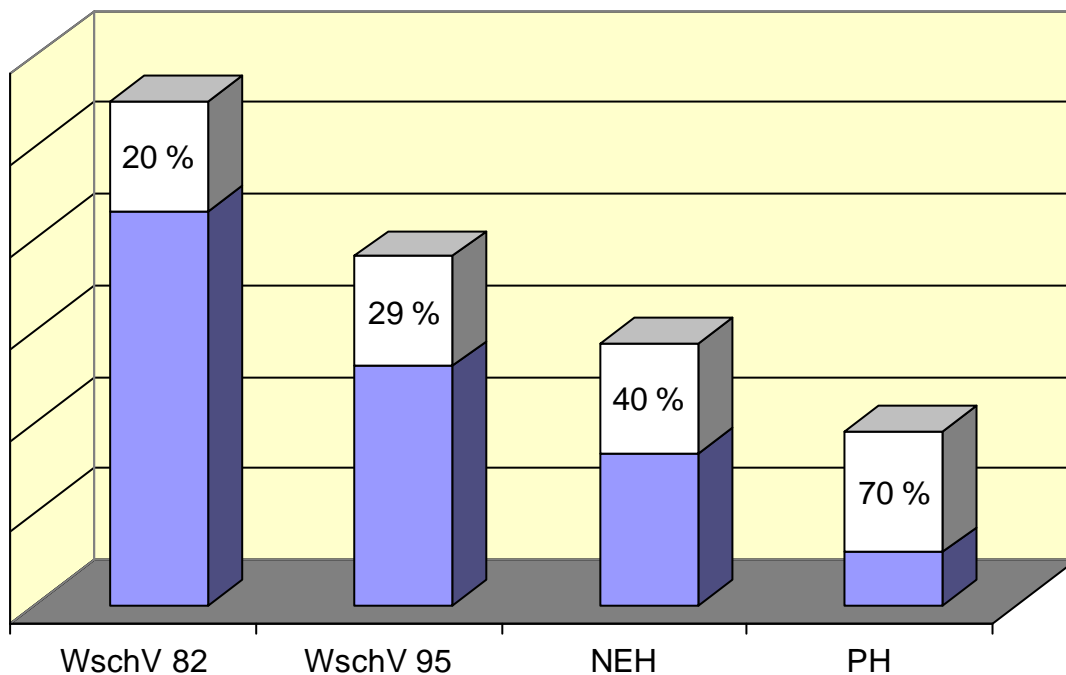
Wie wird es sein:	in 5 Jahren	in 10 Jahren
Bereich Telekommunikation		
Bereich Wärmeerzeugung (Biomasse, Solarenergie)		
Bereich Wohnraumlüftung – Passivhaus		



## 2 Grundlagen der Lufthygiene

### 2.1 Lüftungswärmeverluste:

Durch die zunehmend energiebewußte Gebäudebauweise nimmt der Anteil der Lüftungswärmeverluste am Gesamtenergieverlust enorm zu. In »üblichen« Bauten noch der zweitgrößte und wenig beachtete Wert, übernehmen sie in hochwärmegedämmten Gebäuden den größeren Verlustposten in der Energiebilanz ein.



**Abbildung 2.1: Anteil der Lüftungswärmeverluste am Gesamtwärmeverlust bei verschiedenen Baustandards**

### 2.2 Raumluftqualität:

Gute Raumluftqualität ist ein Grundbedürfnis aller Menschen; sie ist schadstoffarm und nur geringfügig belastet mit unangenehm empfundenen Gerüchen. Starke Schadstoffkonzentrationen entstehen durch Emissionen aus Materialien. Hinzu kommen Emissionen von Personen, die ständig Quelle von Wasserdampf, Kohlendioxid und Gerüchen sind.

Erschreckende Konzentrationen von Schadstoffen, wie organische Verbindungen (Benzol u. Formaldehyd), Stäuben, Radon, biologische Aerosole (Bakterien, Viren, Schimmelsporen usw.) und Chemikalien (Dampf von Reinigungsmitteln, Kosmetik

usw.), bevölkern die Atemluft. Die notwendige Mindestlüftung an der Abfuhr solcher Schadstoffe zu orientieren ist wenig hilfreich, da unsere Sinnesorgane diese Verunreinigungen erst spät oder gar nicht wahrnehmen. Eine einfache, laufende Messung und Überwachung ist aufgrund der Vielzahl von Wohngiften praktisch unmöglich (in der Praxis über 10.000 Gase und Gasverbindungen). Den wirksamsten Schutz gegen gesundheitliche Risiken bietet nur die Beseitigung bzw. Abdichtung der Emissionsquelle, d.h. primär muss der Eintrag von Schadstoffen an der Quelle reduziert werden. Doch auch wer sein Haus biologisch baut, reinigt und renoviert und somit Luftschadstoffe erst gar nicht entstehen läßt, muß lüften. Maßgebend hierfür sind zwei Inhaltsstoffe der Luft, die überall dort entstehen, wo Menschen sich aufhalten: Kohlendioxid und Wasserdampf.

### **2.3 Kohlendioxid:**

Der Ruf nach dem Lüften »weil der Sauerstoff verbraucht ist« ist so verbreitet wie er falsch ist. Denn bei den üblichen Betätigungen im Haushalt braucht ein Erwachsener nur zwischen 15 und 50 Liter Sauerstoff (O<sub>2</sub>) pro Stunde. Dem steht z.B. in einem 20m<sup>2</sup> großen Zimmer ein Angebot von 10.000 Litern O<sub>2</sub> in der Luft gegenüber. Also könnten sich bei einem 1-fachen Luftwechsel pro Stunde theoretisch in diesem Raum rund 200 Menschen »leicht körperlich arbeitend« betätigen, ohne daß Sauerstoffmangel eintreten würde.

Was den berechtigten Wunsch nach Frischluft auslöst sind Gerüche von Körperausdünstungen und das mit der Atmung abgegebene Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

Nun ist das Kohlendioxid glücklicherweise kein Gas das zu akuten Vergiftungserscheinungen führen kann, andererseits gehen zu hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Wohnräumen mit Ermüdungserscheinungen, Konzentrationsschwächen und Empfindungen wie »miefige, stickige, verbrauchte Luft« einher.

### **2.4 Wasserdampf**

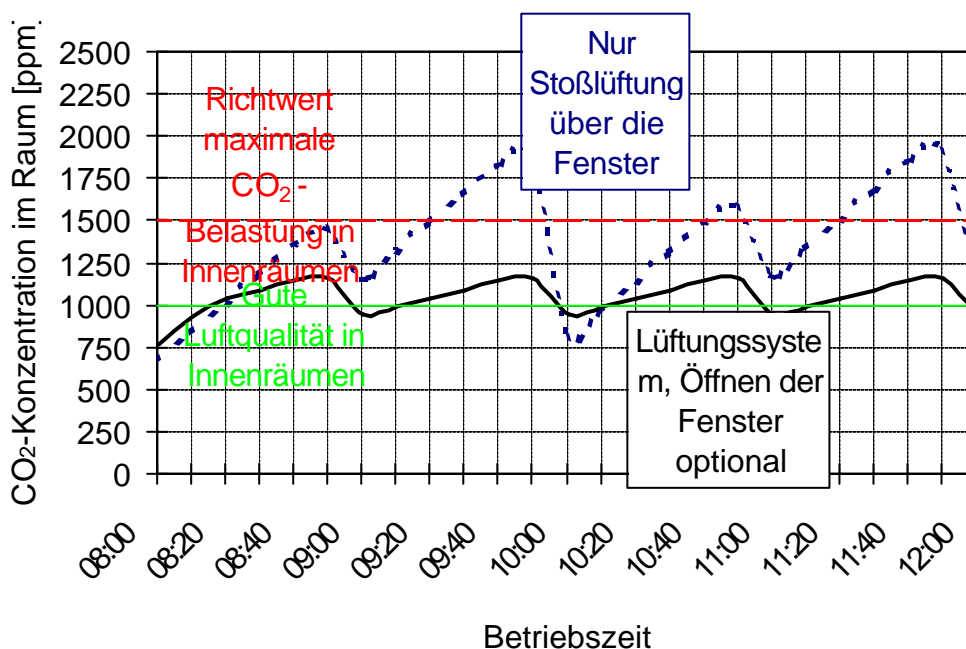
Wasserdampf wird in bewohnten Räumen ständig in großen Mengen produziert, wobei Menschen eine recht weite Spannweite von Luftfechtigkeiten als angenehm oder erträglich empfinden. Im Temperaturbereich zwischen 18 und 23°C haben relative Luftfeuchten von 35 bis 65% keine entscheidenden Auswirkungen auf die Behaglichkeit.

Wohl hat die Feuchte aber wichtige indirekte Auswirkungen auf die Raumluftqualität und die Gesundheit der Bewohner:

Wird die Luft zu trocken, d.h. Raumluftfeuchten unter 40%, besitzen bestimmte, für die Bronchialerkrankung verantwortliche Bakterien und Viren eine größere Überlebensdauer. Es kommt leichter zu elektrostatischen Aufladungen, Austrocknung der Schleimhäute und zu Staubaufwirbelung vor allem in Verbindung mit konvektiven Heizsystemen (»Kratzen im Hals«). Ist die relative Luftfeuchtigkeit höher als 60%, so verbessern sich zunächst die Lebensbedingungen für die Hausstaubmilben. Bei noch höheren Feuchtigkeiten kann es zum Befall mit Schimmelpilzen kommen, wenn Kondenswasserbildung an kalten Außenwänden eintritt. Diese stellen nicht nur eine Gefahr für die Bausubstanz dar, sondern können vor allem bei kranken und geschwächten Menschen direkte Krankheitserreger sein.

## 2.5 Fensterlüftung – mechanische Lüftung:

Selbst bewußte Fenster-Stoßlüftung bewirkt starke Schwankungen der CO<sub>2</sub>- und Feuchtekonzentrationen im Gebäude (hohe Konzentrationsspitzen) und in der Heizperiode extreme Wärmeverluste. Gleichbleibend gute Raumluftqualität bei minimalen Energieverlusten kann nur durch den Einsatz einer mechanischen Komfortlüftung erreicht werden.



**Abbildung 2.2: Vergleich Komfortlüftungssystem mit üblicher Belüftung z.B. über stündliche Fenster-Stoßlüftung**

## 2.6 Luftmengen

Unter der Voraussetzung, daß die Außenluftqualität gut und die Emissionen gesundheitlich bedenklicher Stoffe in Innenräumen minimiert ist, kann der notwendige Außenluftvolumenstrom in Wohnungen im Hinblick auf den CO<sub>2</sub>-Gehalt, den Luftwechsel und die Luftfeuchte der Raumluft bemessen werden:

## 2.7 CO<sub>2</sub> – Maßstab

Schon Pettenkoffer (1819-1901) sagte:

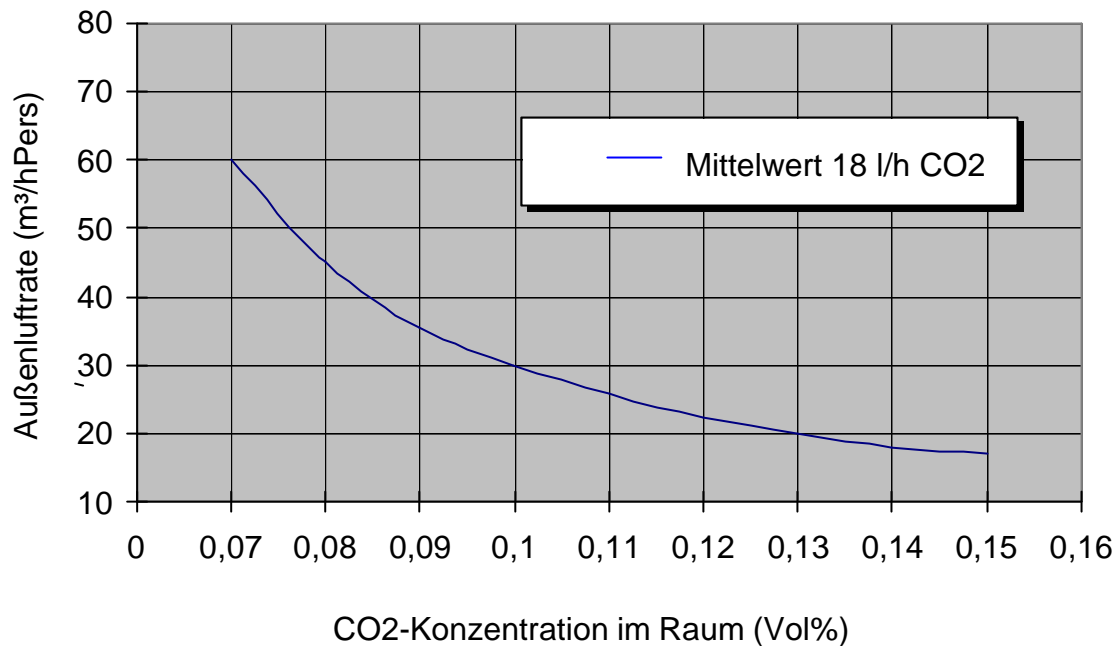
»Die wesentlichen Ausscheidungen unserer Lunge und Haut sind Kohlensäure und Wasserdampf. Gleichzeitig geht eine geringe Menge flüchtiger organischer Stoffe in die Luft über, die sich durch den Geruch bemerkbar machen und sich zur Menge des ausgeschiedenen CO<sub>2</sub> 's proportional verhalten«.

Daher kann der CO<sub>2</sub>-Gehalt als Maßstab für die Luftverunreinigungen dienen. Dies gilt auch in den heutigen, aktuellen Regelwerken, nach denen sich Personen in Räumen mit CO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter 0,1 bis 0,15% behaglich und über 0,2% unbehaglich fühlen.

Art der Tätigkeit	Ausgeatmetes Kohlendioxid Liter/Stunde	Notwendige Frischluftmenge m <sup>3</sup> /Stunde
Schlafen/Ruhe	10 - 13	17 - 21
Lesen, Fernsehen	12 - 16	20 - 26
<u>Schreibtischarbeit</u>	19 - 26	32 - 42
Hausfrau-/mann	32 - 43	55 - 72
Handwerker/in	55 - 75	90 -130

**Abbildung 2.3: Kohlendioxidproduktion und notwendige Frischluftmenge erwachsener Personen bei unterschiedlicher Betätigung**

Legt man eine Außenluftkonzentration von 0,036% CO<sub>2</sub> zugrunde, ist eine Außenluftfrate von 30m<sup>3</sup>/(h Pers) ausreichend um die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Innenraum auf 0,1Vol% zu beschränken.



**Abbildung 2.4: Resultierende CO<sub>2</sub>-Innenraum-Konzentration als Funktion des Außenluftvolumenstroms in m<sup>3</sup>/(h Pers) bei einer mittleren CO<sub>2</sub>-Quellstärke von 18 l/h im Raum und einer Außenluftkonzentration von 0,036%**

## 2.8 Luftwechsel – Maßstab:

Da in der nach CO<sub>2</sub>-Maßstab berechneten Außenluftfrate die Gebäudegröße nicht mit einfließt, Auslegungskriterien aber oft auf Luftwechselraten bezogen sind, ist eine Überprüfung auf diesen Aspekt hin angebracht. Planungshinweise geben einen erforderlichen Luftwechsel von 0,3 bis 0,8h<sup>-1</sup> als Richtwert an, wobei sich alle Fachleute darüber einig sind, daß ein 0,8-facher Luftwechsel nur als oberster Grenzwert für eine Energiebilanz angesetzt werden sollte. Zudem haben Untersuchungen gezeigt, daß bei derartig hohen Luftwechselraten, besonders in der kalten Jahreszeit, die Innenluft häufig zu trocken wird (Luftfeuchten kleiner 25%).

Bei der Auslegung von Wohnungslüftungsanlagen sind Gesamtluftwechselraten von 0,3 bis 0,5 anzustreben.

## 2.9 Feuchte-Maßstab:

Raumluftfeuchten zwischen 30% und 70% werden im Temperaturbereich von 18°C bis 23°C vom Menschen nicht direkt wahrgenommen und haben somit auf deren Behaglichkeitsempfinden keine direkten Auswirkungen. Die Raumluftfeuchte sollte durch kontrolliertes Lüften in einem Bereich von 40% bis 60% gehalten werden. Die Höhe der anfallenden Feuchtelasten hängt im Wesentlichen von der Anzahl sowie dem Verhalten der Bewohner ab. Bei einem 4-Personen-Haushalt können pro Tag 8 bis 15kg Wasserdampf entstehen, also ca. der Inhalt eines Putzeimers.

Topfpflanzen	7 - 15 g/Stunde
Mittelgroßer Gummibaum	10 - 20 g/Stunde
Trocknende Wäsche 4,5 kg (geschleudert)	50 - 200 g/Stunde
Wannenbad	ca. 1100 g/Bad
Duschbad	ca. 1700 g/Bad
Kurzzeitgericht	400 - 500 g/Stunde
Langzeitgericht	450 - 900 g/Stunde
Braten	ca. 600 g/Stunde
Geschirrspülmaschine	ca. 200 g/Spülgang
Waschmaschine	200 - 350 g/Waschgang
Menschen:	
Schlafen	40 - 50 g/Stunde
Hausarbeit	ca. 90 g/Stunde
Anstrengende Tätigkeit	ca. 175 g/Stunde

### Abbildung 2.5: Abgabe von Feuchtigkeiten (Wasserdampf) in Wohnungen

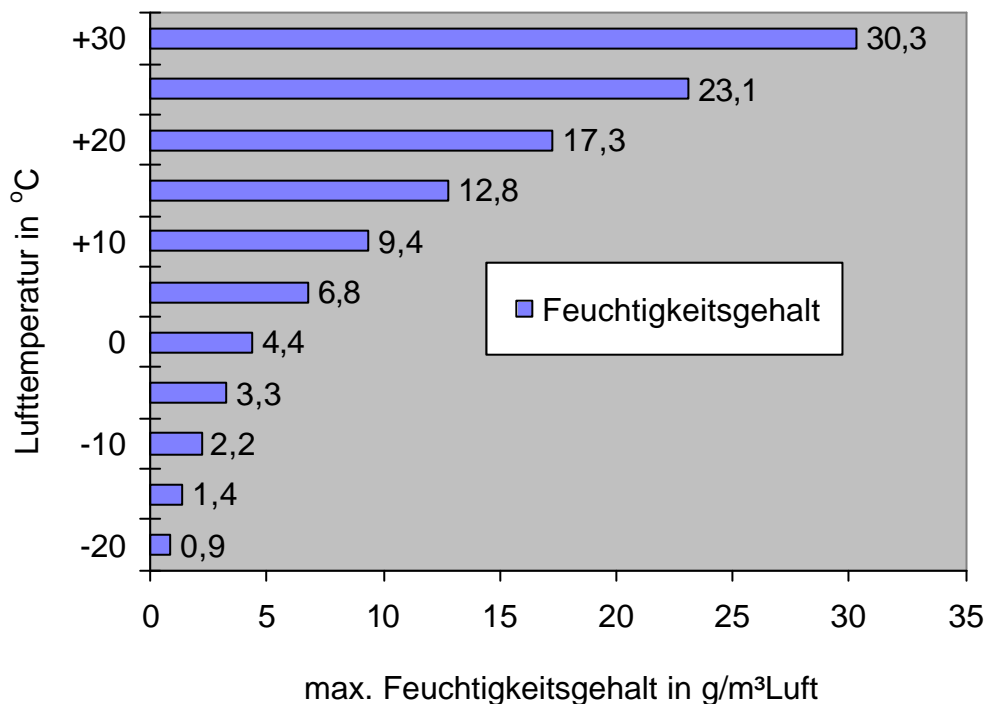
Die Fähigkeit der Außenluft, überschüssige Feuchtigkeit aus dem Innenraum aufzunehmen, hängt von der Außenlufttemperatur, dem Feuchtegehalt der Außenluft und der Innenraumtemperatur ab, auf die die Außenluft aufgeheizt wird. Ist z.B. die Außenluft bei 0°C mit 4g/m<sup>3</sup> zu 100% gesättigt, entspricht dies, nachdem sie im Raum aufgeheizt ist, gerade einer relativen Feuchte von 25%. D.h., daß sie nun in

der Lage ist, weitere 13,5 g Wasser aufzunehmen, bis sie wieder zu 100% gesättigt ist.

Die Feuchteabfuhr durch Lüftung erfolgt also dadurch, daß kalte Außenluft mit geringer Feuchte in der Wohnung aufgeheizt wird und dabei Feuchtigkeit aufnimmt.

Daraus folgt, daß in der kalten Jahreszeit die entfeuchtende Wirkung des Außenluftwechsels wesentlich stärker ist als in der wärmeren Übergangszeit, wo z.B. 10-grädige, gesättigte Außenluft schon feuchter ist als 20-grädige Raumluft mit 50% relativer Feuchte.

Die Luftrate von 30 m<sup>3</sup>/h Pers. ist auf eine Feuchteabfuhr von 140g/h Pers., 20°C Raumlufttemperatur und die Bedingungen der Übergangsjahreszeit bezogen.



**Abbildung 2.6: Maximaler Wasserdampfgehalt(= 100% relative Luftfeuchte) in Gramm pro Kubikmeter Luft bei verschiedenen Temperaturen.**

Ein weiterer Aspekt ist, dass Feuchte-Spitzen im Gegensatz zu CO<sub>2</sub>-Spitzen, durch sorptionsfähige, offenporige Materialien abgepuffert werden können.

### **3 Anforderungen an den Aufstellungsort der haustechnischen Geräte**

Grundsätzlich ist beim Aufstellungsort der Haustechnikgeräte darauf zu achten, dass die Außenluft- und Fortluftleitungen möglichst kurz realisiert werden, da diese auf Grund Ihrer tiefen Temperatur eine Kältebrücke darstellen. Befindet sich das Kompaktgerät im Passivhaus außerhalb der thermischen Hülle, so muss der Weg zum Versorgungsschacht für die Obergeschosse ebenfalls ein sehr kurzer sein, da besonders die Zuluft- aber auch die Abluftleitungen warme Luft transportieren und ein Wärmeverlust nicht tragbar ist. Für die Luftverteilung bieten sich abgehängte Decken im Flurbereich an, da auf Grund der somit kurzen Luftleitungen, geringe Druckverluste im Rohrnetz garantiert werden. Weiters empfiehlt es sich, die Haustechnikgeräte so zu positionieren, dass die Warmwasserleitungen, aus Gründen der Verlustminimierung, kurze Wege zu den Verbrauchern aufweisen.



## 4 Dimensionierung einer Wohnraumlüftung

4.1 Ermittlung einer Gesamtluftmenge siehe Anhang 1:  
Luftmengendimensionierung.xls

4.2 Raumweise Luftmengen-Ermittlung:

Raum	Zuluft (m <sup>3</sup> /h)	Abluft (m <sup>3</sup> /h)
Wohnen		
Schlafzimmer Eltern		
Schlafzimmer Kind		
Gästezimmer		
Arbeitszimmer		
Küche		
Bad		
Dusche		
WC		

### 4.3 Welche Rohrdimension für welche Luftmenge?

Niedrige Luftgeschwindigkeiten sind erforderlich, um den Druckverlust in den Leitungen gering zu halten, aber auch um jegliches Strömungsrauschen zu unterbinden. Der Druckverlust verhält sich zwar im Quadrat zur Geschwindigkeit, um aber pro lfm Rohr ein gewisses Maß nicht zu überschreiten, sind bei kleinen Rohrleitungen geringere Geschwindigkeiten erforderlich als bei größeren. Ein sinnvoller Grenzwert für den Druckabfall ist 0,7 Pa pro lfm Rohr. Daraus resultieren folgende zulässige Luftmengen:

<b>DN</b>	<b>Geschwindigkeit bei 0,7 Pa/m</b>	<b>Luftmenge (m<sup>3</sup>/h)</b>
<b>0</b>	1,8	33
<b>100</b>	2,1	59
<b>125</b>	2,5	110
<b>160</b>	2,9	210
<b>200</b>	3,4	385

## 5 Planung einer Wohnraumlüftung

### 5.1 Zonierung

- Zuluftbereiche = *Wohn,-/ Schlafräume und Kinderzimmer*
- Abluftbereiche = *Feuchte- und geruchsbelastete Räume wie WC, Küche, Bad*
- Überströmbereiche = *Luftüberströmbereiche, i.d.R. Flur oder Diele*

### 5.2 Festlegung der Luftmengen je Raum

Lt. obiger Tabelle – unbedingt auf ausgeglichenen Lufthaushalt achten.

### 5.3 Vorbereitung Planung Rohrleitungsnetz

Bevor die Planung des Luftverteilnetzes erfolgt, sollte man zunächst im Grundriß die erforderlichen Luftmengen eintragen, die Position der Luftauslässe; der Außenluftansaugung und des Fortluftaustrittes bestimmen sowie den Gerätestandort wählen.

### 5.4 Folgende Kriterien sind dabei zu beachten:

#### 5.4.1 Position Luftein- und auslässe

- Platzierung im Raum so wählen, daß Ventile leicht zugänglich sind und ein Verdecken durch Möbel, Vorhänge, etc. ausgeschlossen ist
- max. Volumenströme pro Auslaß beachten (u.U. mehrere Ventile pro Raum)

#### 5.4.2 Gerätestandort

- gute Zugänglichkeit; insbesondere für Wartungsarbeiten
- kurze Leitungswege
- frostfreier, möglichst beheizter Raum (->keine zusätzliche Dämmung erforderlich)

#### 5.4.3 Außenluftansaugung

- möglichst unbelastete Außenluft ansaugen, d.h. nicht an stark befahrener Straße oder in der Nähe von Kompostierhaufen u.ä. ansaugen
- Kurzschluss mit Fortluft vermeiden

#### 5.4.4 Fortluft

- über Dach oder Außenwand
- Kurzschluss mit Außenluftansaugung vermeiden

## 5.5 Planung des Rohrleitungsnetzes

Die Luftkanäle stellen den wesentlichen Bestandteil der Anlage im Hinblick auf die Funktion dar. Folgende Richtlinien sollten beachtet werden:

### 5.5.1 Minimierung Druckverluste

- Kein Rohr ist das beste Rohr
- Der Druckverlust soll in keinem Teilstrang 0,7 Pa/m überschreiten
- kurze Leitungswege, wenig Umlenkungen, möglichst keine Kreuzungen
- rundes, glattwandiges, verzinktes Wickelfalzrohr verwenden
- kein Flexrohr verwenden (hoher Luftwiderstand, Verschmutzungsgefahr)
- Stoßstellen der Rohrleitungen und Formstücke luftdicht ausführen
- Druckverlust am Luftauslaß 10-15 Pa (s. auch „Auswahl der Luftauslässe“)

### 5.5.2 Rohrführung

- Rohrführung mit Architekt und ggf. Statiker abstimmen
- warme Kanäle (Zu- und Abluft) möglichst innerhalb der beheizten Zone führen
- Außen- und Fortluftkanal möglichst kurz innerhalb der beheizten Zone führen
- Verlegung des Lüftungsrohrnetzes hat Vorrang vor dem Heizungs-/Wassernetz, um komplizierte Rohrführungen zu vermeiden

➔ **dimensionieren und einzeichnen des Leitungsnetzes in den Grundriß (Strichzeichnung)**

### 5.5.3 Isolierung

- Außen- und Fortluftkanal: Dämmstärke 50mm dampfdicht (Schwitzwasserbildung!)
- Zu- und Abluftleitungen im kalten Bereich: Dämmstärke 50mm
- Nur bei Frischluftheizungen: Zuluftleitungen innerhalb beheizter Zone: Dämmstärke 20 mm

➔ **Isolierstärken festlegen und eintragen**

### 5.5.4 Überströmöffnungen

- zwischen Zu- und Abluftzone Überströmöffnungen vorsehen, so daß auch bei geschlossenen Türen ein ausreichender Luftaustausch stattfindet
- Faustformel: je 10 m<sup>3</sup>/h genügt 1,5 mm Türspalt

## 6 Energieeffizienz im Detail

Siehe Anhang 2: Berechnung Energieeffizienz.xls

## 7 Wohnraumlüftung ist nicht gleich Wohnraumlüftung: worauf kommt es an?

Das Angebot an Geräten läßt keine Wünsche übrig; in jeder Preisklasse finden sich entsprechende Produkte. Aber in welchen Details unterscheiden sich diese Geräte eigentlich? Gibt es wirklich Gründe, die Preisunterschiede von 200% und mehr rechtfertigen?

Die Frage muß eigentlich anders gestellt werden: welche Kriterien muß eine WRL erfüllen, damit sie überhaupt Sinn macht? Gehen wir davon aus, daß mit dem Einbau einer solchen Anlage zwei Ziele verfolgt werden: Erhöhung der Luft-, resp. Wohnqualität und Verringerung des Energieverbrauchs (idealer weise mit einer Senkung der Betriebskosten verbunden). Das Problem bei der Beurteilung dieser Systeme liegt darin, daß der erste Wert schwer in Zahlen auszudrücken ist, der zweite hingegen sehr wohl. Versuchen wir deshalb, den faßbaren Wert zu ermitteln, und die verbleibenden Kosten der Komfort- und Qualitätssteigerung (wenn vorhanden) zuzuordnen:

In Bezug auf die Energieeffizienz heißen die relevanten Parameter zunächst einmal Wärmebereitstellungsgrad und Stromverbrauch der Ventilatoren. Die Bandbreite reicht hierbei von 0-95% und von 0,3 bis 1 W pro beförderten m<sup>3</sup>/h. Nun wissen wir, daß das theoretische energetische Einsparpotential durch den Einsatz einer WRL bei ca. 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub> liegt (eine dichte Gebäudehülle mit  $n_{L50} < 1$  vorausgesetzt); bei einem EFH mit 130 m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> also 3900 kWh/a. Vergleichen wir nun fünf typische Anlagenkonfigurationen, die sich vor allem durch unterschiedliche Gerätetypen charakterisieren lassen:

### Anlage A

Ein hochwertiges Gerät mit ca. 90% Wärmebereitstellungsgrad (also Gegenstromtauscher), und einer Stromeffizienz von 0,4 Wh/m<sup>3</sup>. Weiters: sehr niedrige Schallleistungspegel an den Geräteanschlussstutzen und am Gehäuse – jeweils 35-40 dB(A). Getrennt einstellbare Volumenströme, Feinstaubfilter F6 und elektrische Frostschutzheizung sind Standard; eine komfortable Steuerung ist bereits

integriert. Das Produkt kann seine Werte mit einem Zertifikat einer autorisierten Prüfanstalt nachweisen, wo übrigens auch die interne Leckage mit <5% bei 100 Pa Differenzdruck dokumentiert ist.

### **Anlage B**

Mit 75% Wärmebereitstellungsgrad (z.B. Kreuz-Gegenstromtauscher) immer noch im oberen Bereich angesiedelt; benötigt ebenfalls nur 0,4 Wh/m<sup>3</sup>, weist aber etwas höhere Schalleistungspegel an den Anschlußstutzen auf. Rest wie Anlage A.

### **Anlage C**

Dieses Produkt arbeitet ebenfalls mit einem Kreuz-Gegenstromtauscher und mit energiesparenden Gleichstromventilatoren. Allerdings ist die Geräteausführung so „kompakt“, daß die internen Druckverluste wesentlich höher sind als bei den ersten beiden Geräten: Leistungsaufnahme der beiden Ventilatoren deshalb 0,6 Wh/m<sup>3</sup>. Die Drehzahlen sind zwar einjustierbar, jedoch leider nicht getrennt, sodass man mit einer Volumenstrom-„Disbalance“ rechnen muß. Schallwerte wie B; Filterklasse nur G4; Zertifikate gibt es keine.

### **Anlage D**

Ein reiner Kreuzstromwärmetauscher erreicht hier einen WBG von 50%; das Gerät hat aber immerhin DC-Ventilatoren. Rest wie Anlage C.

### **Anlage E**

Wie die Geräte vor 15 Jahren gebaut wurden: Kreuzströmer (50%) und Wechselstromventilatoren (1,0 Wh/m<sup>3</sup>). Außer „Luft rein – Luft raus“ kann das Gerät nichts, dafür ist es äußerst billig.

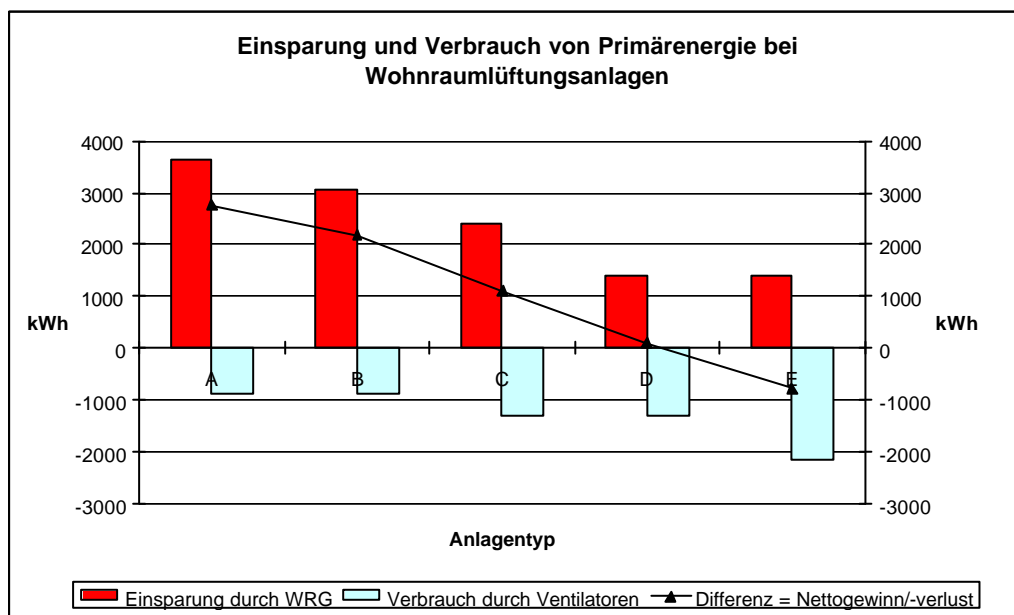
## **7.1 Anlagenvergleich in Bezug auf die Primärenergieeinsparung:**

Bauen wir also diese 5 Anlagen in ein EFH mit 130 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche ein und betreiben sie mit einer mittleren Luftmenge von 150 m<sup>3</sup>/h. Ein Erdreichwärmetauscher zur Luftvorwärmung wird der Einfachheit dieses Exempels halber nicht installiert; eine Betrachtung hierzu folgt am Ende dieses Artikels. Eine

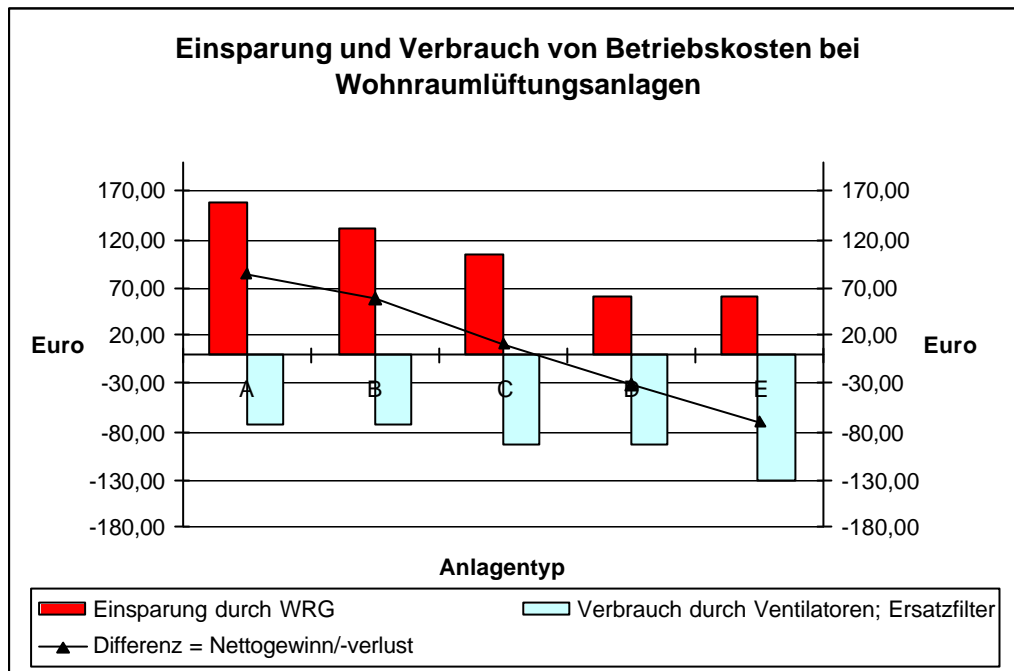
Betrachtung der Primärenergie ermöglicht einen sinnvollen Vergleich der verschiedenen Endenergiearten: spart man sich bspw. auf der Öl- oder Gasverbrauchsseite Energie ein, so ist das (bis auf eventuelle Leitungsverluste) Primärenergie. Wird Strom in kalorischen Kraftwerken erzeugt, so kann von einem Gesamtwirkungsgrad von 33% ausgegangen werden, von einem „Primärenergiefaktor“ von 3 also.

Im nachfolgenden Diagramm sind nun die Einsparungen (Gas oder Öl) den Stromverbräuchen primärenergetisch gegenübergestellt und aufbilanziert. Schnell wird ersichtlich, daß ein Wärmebereitstellungsgrad unter 75% wenig Sinn macht. Eine Volumenstrom- (oder noch besser Massenstrom-) Balance ist nur bei A und B möglich.; das Fehlen kostet im Mittel 5 kWh/m<sup>2</sup>a.

## 7.2 Anlagenvergleich in Bezug auf die Betriebskosten:



Dieser Vergleich ist dem ersten sehr ähnlich, da wir im Mittel von einem Wärmepreis von € 0,044/kWh und einem Strompreis (Winter) von € 0,14 /kWh ausgehen, und somit mit demselben Faktor wie bei der Primärenergie rechnen können. Hinzu kommen nur jährliche Fixkosten für die Filterwechsel, die der Einfachheit halber bei allen Anlagen mit € 36,- angesetzt werden.



Die finanziellen Einsparungen fallen aufgrund der immer noch sehr niedrigen Energiepreise grundsätzlich moderat aus; beim Typ C sind sie allerdings kaum mehr vorhanden; bei D und E handelt es sich gar um jährliche Verluste.

### 7.3 Kosten von Wohnraumlüftungsanlagen:

Um aber den Ansatz einer Wirtschaftlichkeitsrechnung weiter zu verfolgen, müssen wir nun die Investitionskosten betrachten. Die Gesamtkosten einer WRL setzen sich aus folgenden Gruppen zusammen:

- 1) Wohnraumlüftungsgerät
- 2) Rohrleitungssystem mit allem Zubehör, Isolationsmaterial
- 3) Rohrschalldämpfer, Luftein- und -auslässe
- 4) Montage, Einregulierung und Inbetriebnahme



Für unseren Vergleich haben wir folgende Annahmen getroffen (alle Preise ohne MWSt.):

### **Anlage A**

Das Wohnraumlüftungsgerät wird um einen Listenpreis von € 3.500,-- angeboten. Titel 2) kostet € 726,--; für Titel 3) werden € 1.090,-- ausgegeben, da auf höchste akustische Qualität geachtet wird. Die fachgerechte Montage, aber vor allem auch Inbetriebnahme und Einregulierung verursachen in unserem Fallbeispiel einen Aufwand von ca. € 2.325,--.

### **Anlage B**

Dieses Gerät ist um € 2.540,-- zu haben, dafür treiben wir einen etwas höheren Aufwand bei den Schalldämpfern, um dieselbe Qualität gewährleisten zu können: € 1.455,-- für Titel 3.

### **Anlage C**

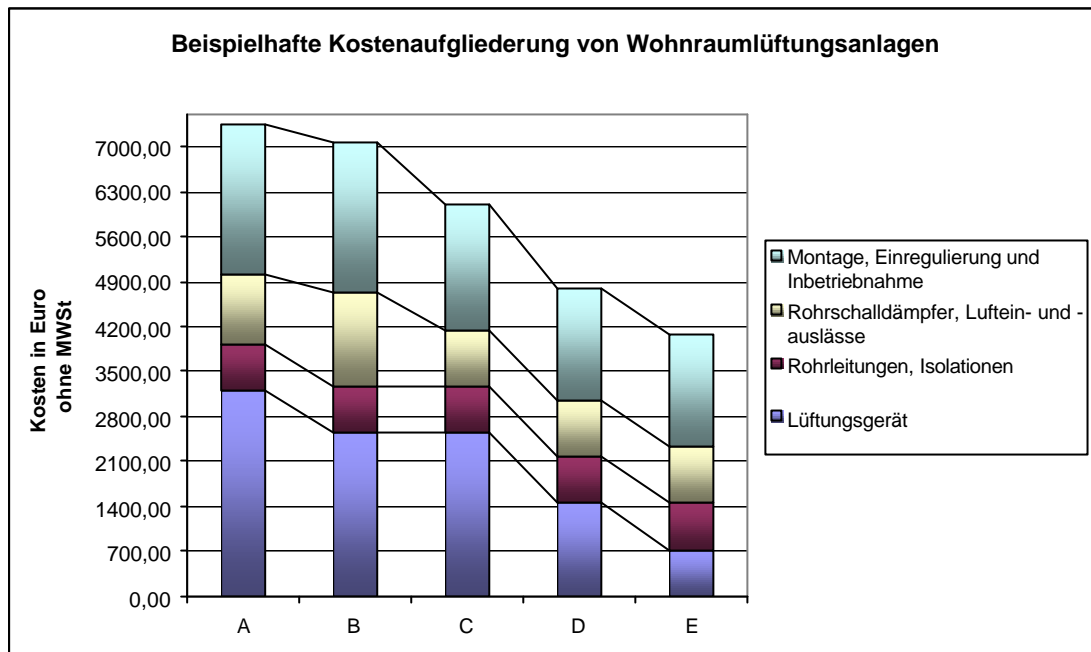
Hier wird schon gespart: weniger Rohrschalldämpfer (→ € 875,--), keine exakte Einregulierung der Anlage (→ € 1.965,--).

### **Anlage D**

Nun kommt ein Billiggerät um € 1.455,-- zum Einsatz, und die Montage ist auch nicht mehr so fachgerecht.

### **Anlage E:**

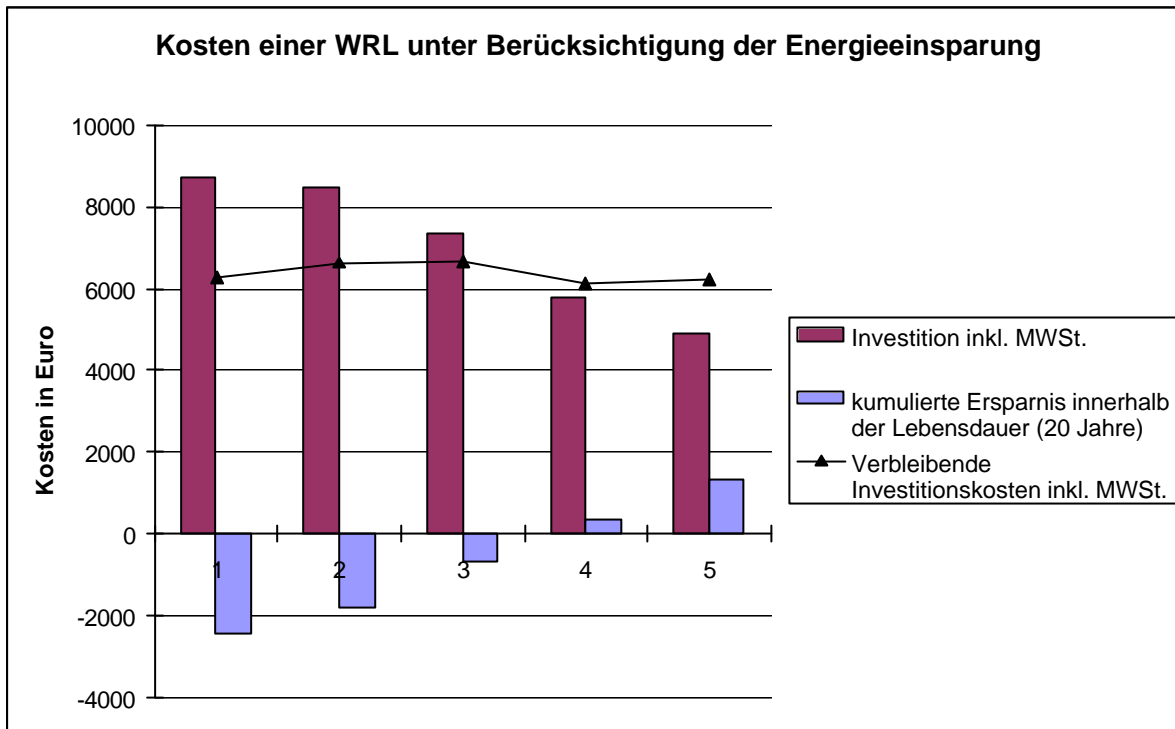
Wie D, jedoch ist das Gerät ein echter Preishammer: € 730,--



Die Preisunterschiede bei den Geräten liegen nun tatsächlich bei über 300%, die Kosten der gesamten Anlage unterscheiden sich hingegen – auch bei unterschiedlicher Ausführungsqualität – nur noch um maximal 75%. Der Zusammenhang höhere Effizienz – höhere Investitionskosten ist wie zu erwarten war belegbar; stellt sich natürlich die Frage, wie viel ist eine höhere Effizienz wert?

#### 7.4 Wirtschaftlichkeit von Wohnraumlüftungsanlagen

Hierzu müssen die eingesparten (oder zusätzlich aufzuwendenden) Kosten über die Lebensdauer der Anlage kapitalisiert werden. Dabei gehen wir von einer 6%igen Verzinsung des eingesetzten Kapitals aus; weiters von einer mittleren jährlichen Energiepreisteigerung von 8%, sowie von einer Betriebskostensteigerung (Filter) von 2%:



Die noch verbleibenden Investitionskosten (inkl. MWSt.) liegen zwischen € 6.105,-- und € 6.685,--, also sehr eng beieinander.

Vor diesem Hintergrund wird klar, daß aus wirtschaftlichen Gründen kein Billigerät zum Einsatz kommen muß. Vielmehr sind die Anlagentypen in dieser Betrachtung mehr oder weniger „gleich wirtschaftlich“, entscheiden kann man sich für einen mehr oder weniger hohen Komfort – nun aber kostenunabhängig:

### 7.5 Komfortaspekte bei Wohnraumlüftungsanlagen:

Die Anlagentypen A und B erheben den Anspruch, höchste akustische Qualität zu gewährleisten, was bedeutet, daß der Unterschied zwischen Ein und Aus im wesentlichen nicht wahrgenommen wird. Alle anderen Systeme befriedigen diese Forderung nicht und riskieren eine Unzufriedenheitsrate von 30-70%. Auch der Schalldruckpegel im Aufstellungsraum kann nur mit hochwertigen Produkten niedrig gehalten werden.

Geräte ohne Prüfzertifikat erreichen in der Regel die geforderte maximale Leckage von 5% bei 100 Pa Differenzdruck bei weitem nicht und erzeugen damit ein hygienisches Risiko: zu hoher Falschluffanteil in der Zuluft, aber auch

Kondensationsproblematik an ungünstigen Stellen können langfristig ein Gesundheitsrisiko darstellen. Weiters ist der Einsatz eines Feinstaubfilters (Klasse F6 oder besser) ein Segen für Allergiker und eine zusätzliche hygienische Sicherheit.

Richtig unkomfortabel wird es bei Wärmebereitstellungsgraden um 50-60%: ohne Nacherwärmung fallen die Zulufttemperaturen in den Bereich von 10°C, eine zugfreie Einbringung ist nicht mehr möglich. Die Abhilfe – Nacherwärmung elektrisch oder mittels PWW-Register - kostet Geld und verbraucht zusätzliche Energie.

## 7.6 Fazit

Wohnraumlüftungssysteme bewältigen Ihre Aufgaben, nachhaltig Energie einzusparen und die Wohnqualität zu verbessern, nur dann, wenn folgende Eckpunkte gewährleistet sind:

- Wärmebereitstellungsgrad 75-90%
- Gesamte Leistungsaufnahme der Ventilatoren inkl. Umwandlungsverluste <0,4 Wh/m<sup>3</sup>
- Sehr niedrige Schalleistungspegel an den Anschlußstutzen und am Gehäuse
- Interne Undichtigkeit <5% bei 100 Pa Differenzdruck
- Getrennt einstellbare Volumenströme für Zu- und Abluft
- Automatische Massen- oder zumindest Volumenstrombalance
- Nachweis der Daten durch Prüfbericht / Zertifikat einer unabhängigen Prüfanstalt

Bei Mißachtung – das zeigt auch durchaus schon die Erfahrung – wird sowohl das primäre Ziel der Energieeinsparung, als auch der mehr als angenehme Nebeneffekt (die begeisterte Wohnqualität) verfehlt.

## 8 Erdwärmetauscher

Der Einsatz eines EWT zur Außenluftvorwärmung ist bei den bisherigen Betrachtungen außer Acht gelassen worden, da er nicht zwingender Bestandteil einer WRL ist. Je effizienter die WRG, um so geringer der primäre Nutzen des EWT. Mit der Frostfreihaltung der eintretenden Außenluft wird aber neben der geringfügigen Energieeinsparung auch der Plattenwärmetauscher vor Frost geschützt und im Fall eines Wärmepumpeneinsatzes auch das Ablufttemperaturniveau angehoben. Weiters ist im Sommer eine „Vorkühlung“ der Außenluft möglich, auch wenn damit keine Klimatisierung im herkömmlichen Sinn bewerkstelligt werden kann.

Erdregister bestehen aus verschweißten PE-Rohren oder aus dicht gesteckten PP Rohren (Rehau AWADUKT THERMO), die mit ca. 2% Gefälle im Erdreich verlegt werden. Dadurch ist das Eindringen von Radon, Wasser und Pflanzeneinwuchs verhindert und die Rohre können jederzeit gereinigt werden.

### 8.1 Allgemeine Verlegehinweise:

- Material PE oder PP, dicht gegen Wasser, Gasdicht (Radon) dicht gegen Einwuchs
- Verlegetiefe 1,5-2m unter Terrain
- Abstand zu Gebäudekanten mindestens 1m
- Abstand zwischen den Rohren mindestens 1m
- Der Untergrund muß gut verdichtet sein – Flies als Unterlage empfehlenswert
- Setzungen müssen verhindert werden
- Kollektorrohre müssen auf Sandbett verlegt werden
- Hinterfüllung der Kollektorrohre mit mind. 10cm Sand – idealerweise einschwemmen
- Richtungsänderungen und Thermomuffen müssen einbetoniert werden, um
- Dehnungen abzufangen
- Beim Einbau von Mauerdurchführungen mit Dichtflansch ist darauf zu achten, daß
- die Verbindung mit dem Kollektorrohr außerhalb der wasser- und Radondichten Wand mittels Thermomuffe erfolgt.

Je nach Unterkellerung ergeben sich zwei Verlegevarianten:

## 8.2 Mit Unterkellerung

Kondensat und Reinigungswasser kann hier in den Keller geleitet werden, wo ein entsprechender Ablauf vorzusehen ist.

Der Feinstaubfilter (F 5 bis F7) wird sichtbar im Freien aufgestellt (Ausführung wahlweise mit integriertem Wetterschutzgitter); alternativ hierzu kann das Filtergehäuse auch in einem Carport o.ä. untergebracht werden, die Außenluft muß dann aber mittels zusätzlichem Rohr vom Freien zum Filter geführt werden. Achtung bei der Platzierung in Räumen mit höheren Temperaturen: bereits bei geringen Temperaturunterschieden zur Außenluft tritt Kondensation an Rohrleitungen und Gehäuse auf, hier ist mittels geeigneter Isolation vorzusorgen.

## 8.3 Ohne Unterkellerung

Um das Abfließen von Kondensat und Reinigungswasser zu ermöglichen, muß hier ein außenliegender Schacht gesetzt werden.

Der Feinstaubfilter kann im Schacht untergebracht werden, oder aber sichtbar im Freien (Ausführung mit integriertem Wetterschutzgitter).

Bei hohem Grundwasserspiegel ist die gesamte Verrohrung dicht auszuführen, abfließendes Wasser muß mittels Tauchpumpe aus dem T-Stück abgesaugt werden.

Grundsätzlich gilt:

Die Aussenluftansaugung sollte 1,5 m über Terrain erfolgen. Damit verhindern wir Eintrag durch Schnee, Bodennahes Radon und Schmutz.

## 9 Akustik – ein heikles Thema

Eine 2001 durchgeführte Befragung bei einer repräsentativen Anzahl von Wohnraumlüftungs-Nutzern ergab eine grundsätzlich hohe Zufriedenheit. Auf die Frage, wo allenfalls störende Aspekte zu finden sind, gaben fast die Hälfte der Befragten „störende Geräusche in Wohn- und Schlafräume“ an.

Unser Anspruch sollte daher nicht sein, eine leise Anlage zu errichten, sondern eine nicht hörbare Anlage. Dies ist aber nur mit marktbesten Geräten und einer tadellosen Planung der Schalldämpfer, Rohrleitungsdimensionierung und Führung sowie der richtigen Luftauslasswahl möglich.

Der Komfortaspekt hat somit Priorität in der Gewinnung neuer Kunden. Fachgerechte Planung und durchdachte Gerätetechnik belegen, dass die Anforderungen an automatische Komfortlüftungen eingehalten werden können und werden.

## 10 Wartung

Diesem Thema ist bisher zuwenig Augenmerk geschenkt worden, beziehungsweise wurde von den ausführenden Unternehmern zu wenig darauf hingewiesen. Um eine hygienisch einwandfreie Anlage langfristig zu erhalten, ist der regelmäßige Austausch der Fein- und Grobstaubfilter Voraussetzung. Eine Reinigung der Gerätekomponenten wie Ventilatoren und Wärmetauscher sollte bei Bedarf vom Fachhandwerker durchgeführt werden. Auf Grund der Erfahrung in der Bundesrepublik Deutschland sollte weiterhin der Weg zum runden Rohr beibehalten werden, da nur diese mit vorhandenen Reinigungsgeräten bei Bedarf sauber gereinigt werden können.

## 11 Wärmeeinbringung über die Lüftung: eine Kontroverse

### 11.1 Luftheizung: gelten die bekannten Nachteile noch?

Luft als Wärmeträger ist dem Wasser klar unterlegen: Dichte und spezifische Wärmekapazität sind viel geringer; man muß, um die gleiche Wärmemenge zu transportieren höhere Volumina bewegen, braucht größere Leitungsquerschnitte. Daraus erwachsen auch die Nachteile der Luftheizung (Luftbewegungen, Luft- und Telefonie-Schall, trockene Luft, etc.). Nur in Sonderfällen, wenn nämlich die ohnehin erforderliche Frischluftmenge ausreicht, um auch die nötige Wärme zu transportieren, macht eine Kombination dieser Aufgaben Sinn.

### 11.2 Sonderfall Passivhaus:

Ein solcher Sonderfall ist das Passivhaus. Nur dann, wenn die hygienisch erforderliche Luftmenge mehr oder weniger ausreicht, um die maximale Heizlast abzudecken, ist die Frischluftheizung gefragt. Eine Erhöhung der Luftmenge aus Gründen der Beheizbarkeit ist kategorisch abzulehnen. Vielmehr ist in manchen Fällen eine Zusatzheizung im zentralen Wohnraum eine komfortable Lösung, wenn die Heizlast nicht zur Gänze abgedeckt werden kann. Da sich die Passivhaustechnik mehr als bewährt hat, bietet drexel und weiss seit 2004 eine neue Lösung für „Passivhäuser mit Schwächen“.

Die Luftleitungen müssen ihrem Verwendungszweck entsprechen wärmegeklämt (Beilage) und luftdicht sein. Das Kompaktgerät sollte möglichst innerhalb der thermischen Hülle aufgestellt werden. Ist dies nicht möglich, so ist darauf zu achten, das die Zu- und Abluftrohre möglichst kurze Wege zur thermischen Hülle haben.

Da das Kompaktgerät auch Oberfläche besitzt, wirkt dies natürlich auch wie ein Heizkörper und somit sind im kalten Keller mit Verluste gegeben.

### 11.3 Was die Frischluftheizung nicht kann:

- ein Niedrigenergiehaus monovalent beheizen
- große Reserven bieten; bspw. für die Aufheizung der kalten Gebäudemasse in der ersten Heizperiode
- Ausführungsmängel am Gebäude kaschieren; bspw. im Bereich der Luftdichtheit



Ing. Reinhard Weiss  
drexel und weiss  
energieeffiziente haustechniksysteme gmbh.  
Kennelbacherstraße 36  
6900 Bregenz  
[office@drexel-weiss.at](mailto:office@drexel-weiss.at)  
[www.drexel-weiss.at](http://www.drexel-weiss.at)  
[www.passivhaus-technik.com](http://www.passivhaus-technik.com)

NIEDERÖSTERREICHISCHE  
**WOHNBAU**  
FORSCHUNG

***Impulsprogramm***

*für mehr Wohnqualität*

***Qualifizierungsverbund Niedrigenergiehaus für Handwerker***

F2-B-F-2126

***Abschlußbericht***

An das  
Amt der NÖ Landesregierung  
Abteilung F2-A,B  
Wohnungsförderung/  
Wohnbauforschung  
Landhausplatz 1  
3109 St. Pölten

## **Aufgabenstellungen**

### **Gewerke übergreifendes Qualifizierungsangebot für Handwerker**

Die geforderten Qualitäten bei der Errichtung von Niedrigenergie- und Passivhäusern erfordern im besonderen eine verstärkte Vernetzung der einzelnen Gewerke. Damit das System Haus funktioniert müssen die einzelnen Gewerke abgesprochen und koordiniert ineinander greifen. Der seit 1. Juli 2003 von LR Gabmann ins Leben gerufene Ökobau Cluster hat zum Ziel, ein Netzwerk für ökologisch, nachhaltiges Bauen zu entwickeln. Letztendlich auch aus diesem Grund hat das Ökobau Cluster Team in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsmarktservice einen bedarfsgerechten Qualifizierungsverbund installiert und die entsprechenden Schulungsmaßnahmen durchgeführt.

### **Integratives Ausbildungskonzept**

Bei allen Modulen ging es im besonderen um die Sensibilisierung der Teilnehmer für die Schnittstellen der einzelnen Gewerke zueinander. Wohnhäuser sind vernetzte Systeme, beginnend bei der Planung bis hin zur Nutzung des Gebäudes.

### **Unterlagen**

Die Stundenpläne, Referentenübersicht und die Seminarunterlagen sind als Projektbericht über die Wohnbauforschung allgemein zugänglich.

### **Durchführung**

Die Durchführung des Qualifizierungsverbundes durch das Team des Ökobau Clusters war als Impuls für weitere Schulungsaktivitäten durch diverse Bildungseinrichtungen geplant. Das Schulungsprogramm versteht sich auch als Unterstützung bei der Umsetzung der Wohnbauförderungsziele die derzeit einer Evaluierung durch die Donau Universität Krems unterzogen werden.

## **Ergebnisse**

### **Gewerke übergreifendes Qualifizierungsangebot für Handwerker**

Die einzelnen Ausbildungsmodule wurden in der Zeit von Mitte Februar bis Mitte Mai 2004 angeboten. Mit 156 belegten Ausbildungsplätzen ist das Angebot sehr gut angenommen worden. Die einzelnen Module wurden mittels Reflexionsbogen von den Teilnehmern nach Schulnotensystem beurteilt. Mit dem Ergebnis zwischen 1,35 und 1,84 für die Gesamtbeurteilung der einzelnen Module kann die hohe Zufriedenheit der Teilnehmer dokumentiert werden.

### **Integratives Ausbildungskonzept**

Bei den einzelnen Seminargruppen wurde auf eine ausgewogene Durchmischung der einzelnen Gewerke geachtet. Dadurch war es möglich die Erfahrungen der einzelnen Teilnehmer zu integrieren, und so das Verständnis für gewerkeübergreifende Aufgabenstellungen zu fördern.

### **Unterlagen**

Die Seminarunterlagen – der Hauptbestandteil des Berichtes - sowie der Stundenplan mit möglichen Referenten stehen für weitere Schulungen zur Verfügung.

### **Durchführung**

Der jetzt durchgeführte Qualifizierungsverbund hat nicht zuletzt durch die hohe Teilnehmerzahl gezeigt, dass laufender Weiterbildungsbedarf gegeben ist. Es hat bereits weitere erfolgreiche Gespräche mit den Bildungseinrichtungen für das Baugewerbe geben. Die Bauakademie NÖ hat als erste das jetzt erprobte Weiterbildungskonzept bereits in das Herbstprogramm aufgenommen. Der Ökobau Cluster NÖ bemüht sich auch weiterhin in Kooperation mit den Bildungsveranstaltern das Konzept auf der nun vorliegenden Basis weiter zu entwickeln und dem Bedarf des Baugewerbes anzupassen.

## Qualifizierungsverbund Niedrigenergiehaus für Handwerker

**St. Pölten, 1. März 2004: Der Ökobau Cluster Niederösterreich (ÖBC) unterstützt den Trend zum ökologisch und energetisch optimierten Bauen und startet mit März 2004 den „Qualifizierungsverbund Niedrigenergiehaus für Handwerker“. Die Betriebe erlangen so spezifisches Know-how, das ihnen auch im Bezug auf die baldige EU-Erweiterung einen Vorsprung liefert.**

Die erhöhten Anforderungen für Neubau und Sanierung beginnen bei der Planung. Letztendlich entscheidet aber die Qualität auf der Baustelle. In diesem Bereich herrscht nach wie vor hoher Bedarf an Fortbildung. Die erste große Qualifizierungsinitiative des ÖBC ermöglicht eine bedarfsorientierte Weiterbildung der Mitarbeiter von niederösterreichischen Unternehmen und sichert den niederösterreichischen Bauherrn eine hohe Wohnaufförderung.

### **Mehr als 60 Teilnehmern aus 34 niederösterreichischen Unternehmen**

Dem ÖBC ist es gelungen, diesen bedarfsgerechten Qualifizierungsverbund in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsmarktservice Niederösterreich und den Interessenvertretungen aufzubauen. Mehr als 60 Teilnehmer aus 34 niederösterreichischen Unternehmen absolvieren im März und April 2004 diese umfassende Schulungsmaßnahme, die aus vier Modulen besteht und an zwei Standorten – in der Bauakademie Haindorf und dem RIZ Amstetten – angeboten wird.

Die umfangreiche Maßnahme des ÖBC dient der besonderen Unterstützung von Klein- und Mittelunternehmen, die in Niederösterreich die Wirtschaftsstruktur prägen. Das Thema Weiterbildung und fachspezifische Ausbildung wird immer mehr zu einem Anspruch an alle Unternehmer und ihre Mitarbeiter. Je besser die fachlichen Qualifikationen der Mitarbeiter und je höher der Aus- und Weiterbildungsgrad in den niederösterreichischen Unternehmen, umso besser sind ihre Wettbewerbsfähigkeit und ihre Chancen am heimischen und internationalen Markt.

### **Neue Herausforderungen für die Bauwirtschaft**

Seit 1. Jänner 2004 wird die Wohnaufförderung NEU für Neubau und Sanierung in Niederösterreich konsequent umgesetzt. Wer nun um eine Wohnaufförderung durch das Land ansucht, benötigt für sein Haus den niederösterreichischen Energieausweis. Je niedriger der Energieverbrauch, desto höher die Förderung, lautet die einfache Formel des neuen Fördermodells.

Die Wohnbauförderung NEU wurde klar auf Energieeinsparung ausgerichtet. Niederösterreichs Bauwirtschaft steht damit vor neuen Herausforderungen. Alle Zeichen weisen auf die ohnedies beobachtbare Entwicklung zum Niedrigenergie- und Passivhaus hin. Im Zentrum der Nachfrage steht die hohe Qualität des niederösterreichischen Handwerks.

### **Vorsprung in der EU**

LR Ernest Gabmann weist auf die EU-Gebäuderichtlinie hin, die ab 2006 von den Mitgliedsstaaten umzusetzen ist und ebenfalls einen Gebäudepass vorsieht. Niederösterreichs Betriebe verschaffen sich durch die Wohnbauförderung NEU einen klaren, zweijährigen Vorsprung in der EU.

### **Vorbildlich nachhaltig**

Das Land Niederösterreich setzte mit der Gründung des Ökobau Clusters Mitte 2003 einen weiteren Schritt zu seiner Positionierung als Ökobauland. Ziel für die Unternehmen ist laut Initiator des Clusters, Landesrat Ernest Gabmann, die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch nachhaltige Technologien und Systeme.

Ökologisch Bauen, das heißt hoher Wohnkomfort, niedriger Energiebedarf und eine gesunde Wohnumgebung. Der Ökobau Cluster Niederösterreich unterstützt abgestimmte Kooperationen von Unternehmen aus der Baubranche und eine Vernetzung mit Wissenschaft und Forschung.

Mit Jahresbeginn 2004 hat der Ökobau Cluster Niederösterreich begonnen, Partner aufzunehmen. Derzeit sind 35 Einzelunternehmen und darüber hinaus auch die IG Passivhaus Ost mit mehr als 50 aktiven Mitgliedern als gesamte Gruppe dem Ökobau Cluster Niederösterreich beigetreten.

### **Kontakt**

Ökobau Cluster Niederösterreich, DI Gudrun Stöger, Landhausboulevard 29-30,  
3109 St. Pölten, Tel. 02742-22 776 DW 22, Mobil 0664-827 20 15  
email: [oekobaucluster@ecoplus.at](mailto:oekobaucluster@ecoplus.at), [www.oekobaucluster.at](http://www.oekobaucluster.at)



**Qualifizierungsplan**

Modul 1 – Grundschulung

<b><u>MODUL 1</u></b> Tag 1	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
23.2. Amstetten 4.3. Haindorf 8.3. Amstetten	9.00-10.40	2	<b>Energieeffizienz und Stoffströme im Wohnbau</b>	Josef Seidl, Franz Gugerell
23.2. Amstetten 4.3. Haindorf 8.3. Amstetten	11.00-12.40	2	<b>Ökologischer Wohnbau</b>	Josef Seidl
23.2. Amstetten 4.3. Haindorf 8.3. Amstetten	14.00-15.40 16.00-17.40	4	<b>Geförderter Wohnkomfort</b> Behaglichkeit in Wohnräumen, Kriterien und Kontrolle der Wohnbauförderung	Franz Gugerell

<b><u>MODUL 1</u></b> Tag 2	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
24.2. Amstetten 5.3. Haindorf 9.3. Amstetten	9.00-10.40 11.00-12.40	4	<b>Integrative Planung</b>	Bmst Winfried Schmelz
24.2. Amstetten 5.3. Haindorf 9.3. Amstetten	14.00-14.50	1	<b>Innenraum- Qualität und Schadstoffe</b>	DI Peter Tappler
24.2. Amstetten 5.3. Haindorf 9.3. Amstetten	14.50-16.00	2	<b>Fallbeispiel</b>	Bmst Winfried Schmelz
24.2. Amstetten 5.3. Haindorf 9.3. Amstetten	16.00-17.40	1	<b>Kundenfragen und Verkaufsargumente</b>	Bmst Winfried Schmelz

**Qualifizierungsplan**

Modul 3 – Bauphysik und Baudetails im NEH und PH

<b><u>MODUL 3</u></b> Tag 1	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
25.3. Haindorf 29.3. Amstetten	9.00-10.40	2	<b>Bauphysikalische Grundlagen für die Handwerker</b>	DI Dr. Bernhard Lipp
25.3. Haindorf 29.3. Amstetten	11.00-12.40	2	<b>Beispiele aus der Praxis</b>	Ing. Gerhard Enzenberger
25.3. Haindorf 29.3. Amstetten	14.00-15.40 16.00-17.40	4	<b>Luftdichtemessung und Thermografie in der Praxis</b>	Ing. Günther Dittrich DI Gerald Rücker

<b><u>MODUL 3</u></b> Tag 2	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
26.3. Haindorf 30.3. Amstetten	9.00-10.40 11.00-12.40	4	<b>Holzbaudetails</b>	Arch Heinrich Schuller Josef Seidl
26.3. Haindorf 30.3. Amstetten	14.00-15.40 16.00-17.40	4	<b>Massivbaudetails</b>	Josef Seidl Arch Heinrich Schuller



**Qualifizierungsplan**

Modul 4 – Haustechnik im NEH und PH

<b><u>MODUL 4</u></b> Tag 1	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
16.3. Amstetten 18.3. Haindorf	9.00-10.40	2	<b>Wärmeversorgung im 21. Jahrhundert</b>	Dr. Christian Rakos
16.3. Amstetten 18.3. Haindorf	11.00-12.40 14.00-15.40	4	<b>Angepasste energieeffiziente Wärmeversorgung</b>	Ernst Grillenberger Josef Seidl
16.3. Amstetten 18.3. Haindorf	16.00-16.50	1	<b>Anforderungen an Hausinstallationen</b>	DI Dr. Bernhard Lipp
16.3. Amstetten 18.3. Haindorf	16.50-17.40	1	<b>Regelbedarf und Regelsysteme</b>	DI Dr. Bernhard Lipp

<b><u>MODUL 4</u></b> Tag 2	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
17.3. Amstetten 19.3. Haindorf	9.00-10.40 11.00-12.40 14.00-14.50	5	<b>Grundlagen der Komfortlüftung</b>	Reinhard Weiss
17.3. Amstetten 19.3. Haindorf	14.50-17.40	3	<b>Exkursion zu realisierten Anlagen im Bau</b>	Josef Seidl

**Qualifizierungsplan**

Modul 5 – Training on the job

<b><u>MODUL 5</u></b> Tag 1	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
30.4. Mödling	9.00-17.40	8	<b>Anforderungen an das NEH in der Praxis</b>	Josef Seidl

<b><u>MODUL 5</u></b> Tag 2	<b><u>UHRZEIT</u></b>	<b><u>LE</u></b>	<b><u>TITEL</u></b>	<b><u>REFERENT</u></b>
24.,25.5. Baustellen	9.00-17.40	8	<b>Anforderungen an das NEH in der Praxis</b>	Josef Seidl

## ÜBERSICHT DER VORTRAGSTHEMEN UND REFERENTEN

VORTÄGE	REFERENTEN
Energieeffizienz und Stoffströme im Wohnbau	Josef Seidl Franz Gugerell
Ökologischer Wohnbau	Josef Seidl
Geförderter Wohnkomfort	Franz Gugerell
Integrative Planung	Winfried Schmelz
Innenraum Qualität	Peter Tappler Thomas Belazzi
Fallbeispiel	Winfried Schmelz
Kundenfragen und Verkaufsargumente	Günter Zitzenbacher
Exkursion zu realisierten Anlagen am Bau	Franz Gugerell Josef Seidl
Bauphysikalische Grundlagen für Handwerker	Bernhard Lipp
Vermeidung von Fehlern bei Vollwärmeschutzfassaden, Beispiele aus der Praxis.	Gerhard Enzenberger
Luftdichtemessung und Thermografie in der Praxis	Günther Dittrich Gerald Rucker
Massivbaudetails	Heinrich Schuller Josef Seidl
Holzbaudetails	Heinrich Schuller Josef Seidl
Angepasste energieeffiziente Wärmeversorgung	Josef Seidl
Energiequellen im 21. Jahrhundert	Doris Hammermüller
Die Praxis des ökologischen Bauens unter besonderer Berücksichtigung der Sanitär- und Haustechnikinstallation	Heribert Hegedys
Grundlagen der Komfortlüftung	Reinhard Weiss